

Joni Pekkala

## **AURINKOLÄMPÖ OSANA KAUKOLÄMPÖJÄRJESTELMÄÄ**

# **AURINKOLÄMPÖ OSANA KAUKOLÄMPÖJÄRJESTELMÄÄ**

Joni Pekkala  
Opinnäytetyö  
Syksy 2018  
Energiatekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Energiatekniikan koulutusohjelma

---

Tekijä: Joni Pekkala

Opinnäytetyön nimi: Aurinkolämpö osana kaukolämpöjärjestelmää

Työn ohjaaja: Veli-Matti Mäkelä, Mikko Haaranen Oulun Seudun Sähkö

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2018

Sivumäärä: 52 + 51

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää aurinkolämmön hyödyntämistä kaukolämmön tuotannossa. Aurinkolämpöjärjestelmä tullaan sijoittamaan Oulun Seudun Sähkön kaukolämpöverkon yhteyteen Limingan Tupoksessa. Järjestelmällä on tarkoitus korvata kesäaikaista öljyn käyttöä lämmöntuotannossa. Kokemuksia aurinkolämmön hyödyntämisestä kaukolämmön tuotannossa ei juurikaan ole Suomessa, minkä vuoksi kohteesta on tulossa erityinen. Aurinkolämpö on lämmöntuotantomenetelmänä päästötöntä ja sen potentiaali on valtava. Auringonsäteilyn määrä maapallon pinnalle on lähes rajaton

Työn tarkoituksena oli selvittää aurinkolämmön mahdollisuuksia kaukolämmöntuotannossa sekä optimoida aurinkojärjestelmän koko saatavilla olevien verkoston kulutustietojen perusteella. Mitoituksen kannalta aurinkolämpö on haasteellinen, koska sen avulla saatava tuotanto riippuu vallitsevista säteilyolosuhteista. Tuottavuuteen vaikuttavat muun muassa säteilyolosuhteet, keräinten asennuskulma, sijainti, ympäristö sekä ulkolämpötila.

Aurinkolämmöllä voidaan tuottaa osa kesäajan lämmöntuotannosta, mutta sillä ei voida kokonaan korvata muita lämmöntuotantojärjestelmiä. Suurin hyöty aurinkolämpöjärjestelmästä saadaan maaliskuun ja syyskuun välisenä aikana, jolloin auringonsäteily on voimakkainta Suomessa. Säteilyn ollessa voimakkainta on kuitenkin verkoston kulutus matalimmillaan.

---

Asiasanat: kaukolämpö, aurinkolämpö, lämmöntuotanto, kestävä kehitys

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	OULUN SEUDUN SÄHKÖ .....	7
3	AURINKOLÄMPÖJÄRJESTELMÄN TEORIA.....	9
3.1	Toimintaperiaate.....	9
3.2	Aurinkokeräimet .....	11
3.2.1	Tasokeräin .....	11
3.2.2	Tyhjiöputkikeräin .....	12
3.2.3	Ilmakeräimet .....	13
3.3	Varaaja .....	14
3.4	KytKentä .....	16
3.5	Jäätymisen suojaus.....	17
4	AURINKOLÄMMÖN HYÖDYNTÄMINEN .....	18
4.1	Aurinkolämpömarkkinat.....	18
4.2	Hyödyntäminen Suomessa.....	19
4.3	Aurinkolämpö ja kaukolämpö .....	20
5	SÄTEILY KERÄIMEN PINNALLE .....	22
5.1	Auringonsäteily.....	22
5.2	Keräimen sijoitus ja suuntaus.....	23
5.3	Asennuskulman vaikutus.....	25
6	KERÄINTEN TUOTON LASKEMINEN .....	29
6.1	Mitoituksen lähtökohdat.....	29
6.2	Tuoton laskenta.....	29
6.3	Esimerkilaskelma.....	32
6.4	Laskennan tulokset .....	33
6.5	Hetkellinen järjestelmän maksimiteho .....	35
6.6	Asennuskulmien vertailu.....	36
7	MITOITUS MINIMIKULUTUKSEN MUKAAN.....	38
7.1	Keräinpinta-ala 300 m <sup>2</sup> .....	39
7.2	Keräinpinta-ala 350 m <sup>2</sup> .....	41
7.3	Tulosten vertailu .....	42
8	VARAAJAN LÄMMÖNVARAUSKAPASITEETTI JA YLITUOTANTO .....	44

8.1	Varaajaan ladattava energiamäärä .....	44
8.2	Yliuotannon estäminen .....	45
9	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	47
	LÄHTEET .....	49
	LIITELUETTELO .....	51
	LIITTEET .....	51

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantajalla Oulun Seudun Sähköllä on tarkoitus tulevaisuudessa korvata aurinkolämmöllä öljyn käyttöä lämmöntuotannossa. Aurinkolämpöjärjestelmän hyödyntäminen kaukolämmön tuotannossa liittyy Oulun Seudun Sähkön hankkeeseen, jossa on tarkoitus pilotoida uusia ratkaisuja kaukolämmön tuotantoon. Lisäksi tarkoituksena on korvata erityisesti kesäaikaista öljyn käyttöä sekä selvittää sen mahdollisuuksia lämmöntuotannossa.

Aurinkolämpöjärjestelmä on tarkoitus sijoittaa osaksi Ankkurilahden kaukolämpöverkkoa, joka sijaitsee Limingan kunnan alueella. Kaukolämpöverkosto on asiakasmäärältään pieni ja verkostolla on pituutta noin 1 400 metriä. Tällä hetkellä alueella tuotetaan lämpöä pellettikattilalla sekä öljykattilalla. Öljykattila jätetään varalaitokseksi, koska aurinkolämmön ei voida olettaa korvaavan kesäajan lämmöntuotantoa kokonaan.

Työn tavoitteena on mitoittaa ja suunnitella aurinkolämpöjärjestelmä, jonka tarkoituksena tuottaa kaukolämpöä pieneen kaukolämpöverkkoon. Aurinkolämpöjärjestelmän avulla pyritään vahvistamaan alueen energiantuotantoa. Mitoituksessa on lähdetty siitä, että mahdollista lämmön ylituotantoa ei syntyisi kovin paljon. Mikäli järjestelmä mitoitettaisiin suoraan kesäajan verkoston kulutuksen mukaan kasvaisi järjestelmän koko huomattavasti. Järjestelmän kokoa määritettäessä on ollut ajatuksena, että järjestelmän tuotolla voidaan kattaa noin puolet verkoston kulutuksesta kautena, jolloin kulutus on pienintä.

## 2 OULUN SEUDUN SÄHKÖ

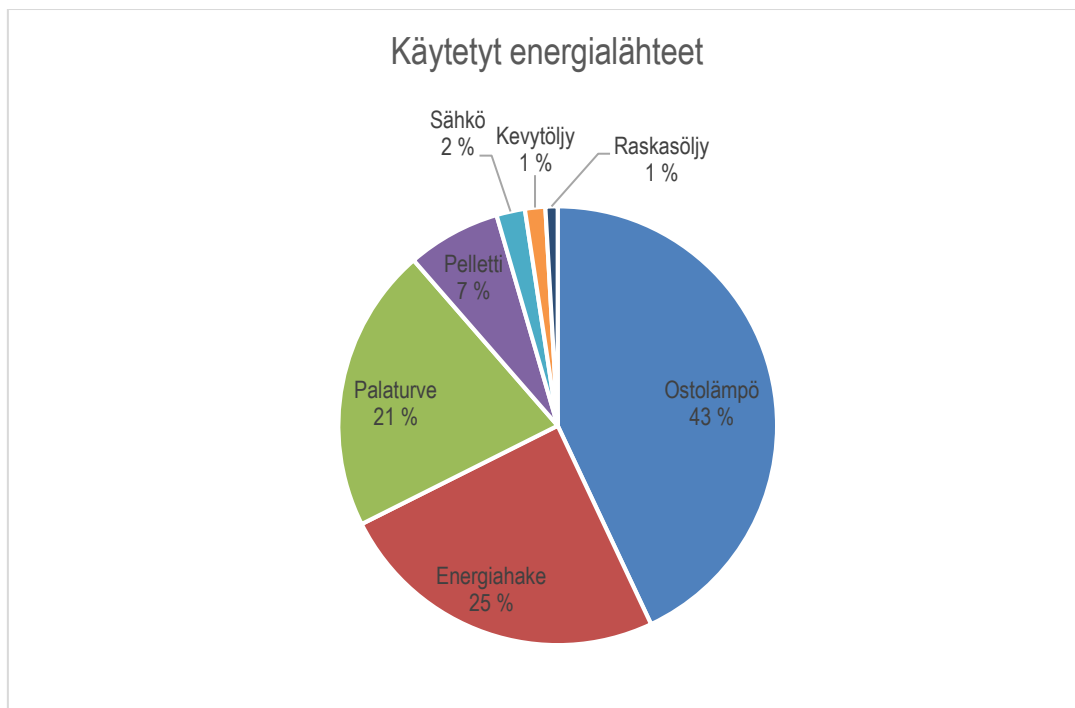
Oulun Seudun Sähkö on energia-alalla toimiva yritys, joka tarjoaa asiakkailleen sähköenergian siirto- ja myyntipalveluita sekä kaukolämpöä. Keskusosuuskunta Oulun Seudun Sähkö on konsernin emoyritys. Emoyrityksen lisäksi konserniin kuuluu tytäryhtiö Oulun Seudun Sähkö Verkkopalvelut Oy. Konsernin emoyhtiö vastaa sähköntuotantoliiketoiminnasta, sähköön vähittäismyynnistä, kaukolämpöliiketoiminnasta sekä konsernin palveluista. Tytäryhtiö vastaa sähkönsiirron liiketoiminnasta. Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2016 noin 47,6 miljoonaa euroa ja nettotulos 7,5 miljoonaa euroa. Vuoden 2016 tulos oli yksi yrityksen historian parhaista. Vuoden 2016 lopussa Oulun Seudun Sähköllä oli henkilöstöä 15 ja tytäryhtiöllä Oulun Seudun Verkkopalvelut Oy:llä 12 henkilöä. Konsernin toimitusjohtajana toimii Risto Kantola. (1, s. 24.)

Oulun Seudun Sähkö myy sähköenergiaa Oulun Seudun Sähkö Verkkopalvelut Oy:n jakelualueen toimitusvelvollisuuden piiriin kuuluville asiakkaille Kempeleessä, Oulunsalossa, Limingassa, Lumijoenjoella, Muhoksella, Tyrnävällä, Utajärvellä ja Vaalassa. Sähkömyynnin piirissä asiakkaita oli vuonna 2016 yhteensä 22 647. Sähköenergian myynti vuonna 2016 oli yhteensä 247 GWh. Yrityksen myymä sähkö on tuotettu 100-prosenttisesti uusiutuvalla vesivoimalla. (1, s. 7.)

Oulun Seudun Sähkö Verkkopalvelut Oy toimii kahdeksan kunnan alueella toimittaen sähköä 29 730 käyttöpaikkaan. Jakeluverkon piirissä kunnista ovat Kempele, Liminka, Lumijoki, Muhos, Tyrnävä ja Utajärvi. Lisäksi verkkoalueeseen kuuluu Oulun kaupunkiin kuuluva Oulunsalon kaupunginosa sekä osa Vaalan kunnan alueesta. Energiaa vuonna 2016 siirrettiin yhteensä 466 GWh. Asiakkaiden sähköön käytöstä suurin osa kuluu lämmittämiseen. (1, s. 15.)

Yrityksellä on omaa sähköntuotantoa, joka perustuu omistusosuuksiin tuotantoyhtiöissä. Keskeisimmät tuotato-osuudet tulevat Lapin Sähkövoima Oy:n, Alholmens Kraft AB:n, Svartisen Holding AS:n, Kymppivoima Oy:n, Voimapato Oy:n ja Kolsin Voima Oy:n kautta. Omistusosuuksien turvin yritys saa omistusosuutta vastaavan määrän sähköä omakustannushintaan. Sähköntuotantoa yrityksellä oli vuonna 2016 yhteensä 440 GWh. (1, s. 11.)

Kaukolämmön tuotantoa yrityksellä on Kempeleen, lin, Limingan, Muhoksen ja Tyrnävän alueilla. Vuonna 2016 kaukolämpöasiakkaita yrityksellä oli 985 ja vuotuinen asiakkaiden kuluttama energiamäärä oli noin 147 GWh. Lämmön myynnistä noin puolet tapahtuu Kempeleen kaukolämpöverkossa, johon normaalitilanteessa lämpöenergia ostetaan kokonaisuudessaan Oulun Energialta. Ostettu lämpöenergia tuotetaan pääosin sähkön ja lämmön yhteistuotantona metsähakkeesta ja polttoturpeesta. Muiden lämpöverkkojen lämpö tuotetaan lämpökeskuksissa, joissa käytetään polttoaineina metsähaketta, puupellettiä ja palaturvetta. Alueellisten polttoaineiden osuus omasta lämmön tuotannosta oli vuonna 2016 noin 92 %. Huippu- ja varatehona käytetään öljyä, jonka käyttöä on vähennetty jo useamman vuoden ajan. Öljyn osuus lämmön kokonaistuotannosta oli vuonna 2016 noin 2 %. Lämpölaitosten käyttö- ja kunnossapidosta vastaa KPA Unicon Service Oy. Lämpölaitosten käyttö- ja kunnossapito ulkoistettiin yritykselle vuoden 2016 aikana. Lämmöntuotannossa käytetyt energialähteet on esitetty taulukossa 1.(1, s. 18–19.)



KUVA 1. Käytetyt energialähteet vuonna 2016 (1, s. 19)

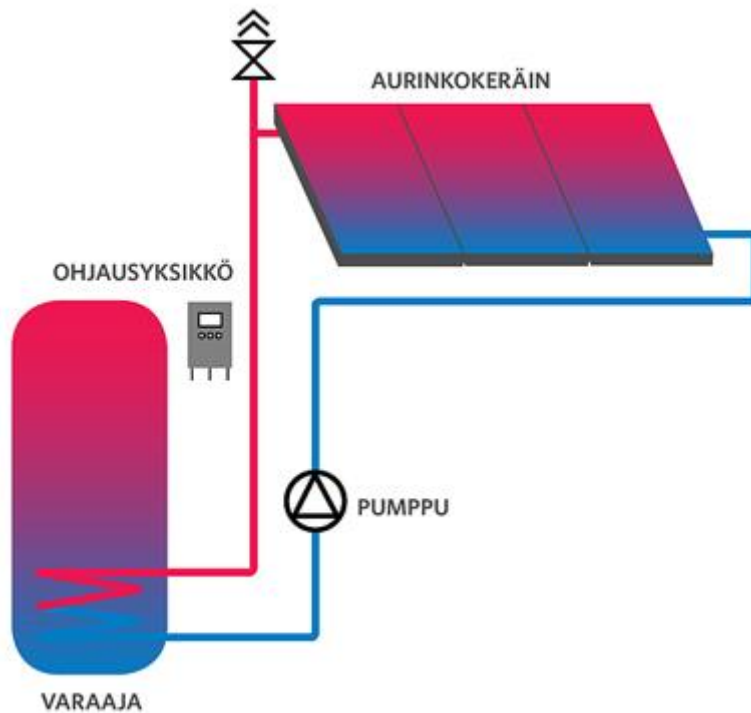


## 3 AURINKOLÄMPÖJÄRJESTELMÄN TEORIA

### 3.1 Toimintaperiaate

Aurinkolämpö on päästötön ja uusiutuva lämmön lähde. Aurinkolämpöjärjestelmä muuttaa aurion säteilyn lämpöenergiaksi. Lämpöenergia siirretään keräimestä lämmönsiirtoaineen avulla eteenpäin varaajalle tai suoraan kulutuskohteeseen. Aurinkolämpöjärjestelmä koostuu aurinkokeräimistä, pumppuyksiköstä, varaajasta, varolaitteista, putkista, paisunta-astiasta sekä ohjausjärjestelmästä. Pumppuyksikön tehtävänä on kierrättää lämmönsiirtonestettä keräinten ja varaajan lämmönsiirtimen välillä. Aurinkokeräimissä lämmönkeruunesteeseen siirtynyt lämpö siirretään lämmönsiirtimen avulla lämminvesivaraajassa kiertävään nesteeseen. Lämmönsiirrintä tarvitaan siirtämään lämpöä lämmönkeruunesteen sekä lämminvesivaraajassa kiertävän nesteen välillä. (2.)

Muita järjestelmän komponentteja ovat varoventtiilit, takaiskuventtiilit, lämpö- ja painemittarit ja täyttöyhteet. Ohjausyksikkö seuraa järjestelmän lämpötiloja antureiden avulla, joista yksi on varaajassa ja toinen keräimissä. Lämpötila-antureiden tietojen perusteella ohjausyksikkö käynnistää ja pysäyttää keräinpiirin pumpun. Lisäksi ohjausyksikkö estää varaajan ylikuumenemisen pysäyttämällä kiertopumpun tarvittaessa. Ohjausyksikössä voi olla erilaisia laskuri- ja hälytystoimintoja. Kuvassa 2 on esitetty aurinkolämpöjärjestelmän toimintaperiaate sekä tärkeimmät komponentit. (2.)



KUVA 2. Aurinkojärjestelmän toimintaperiaate (2)

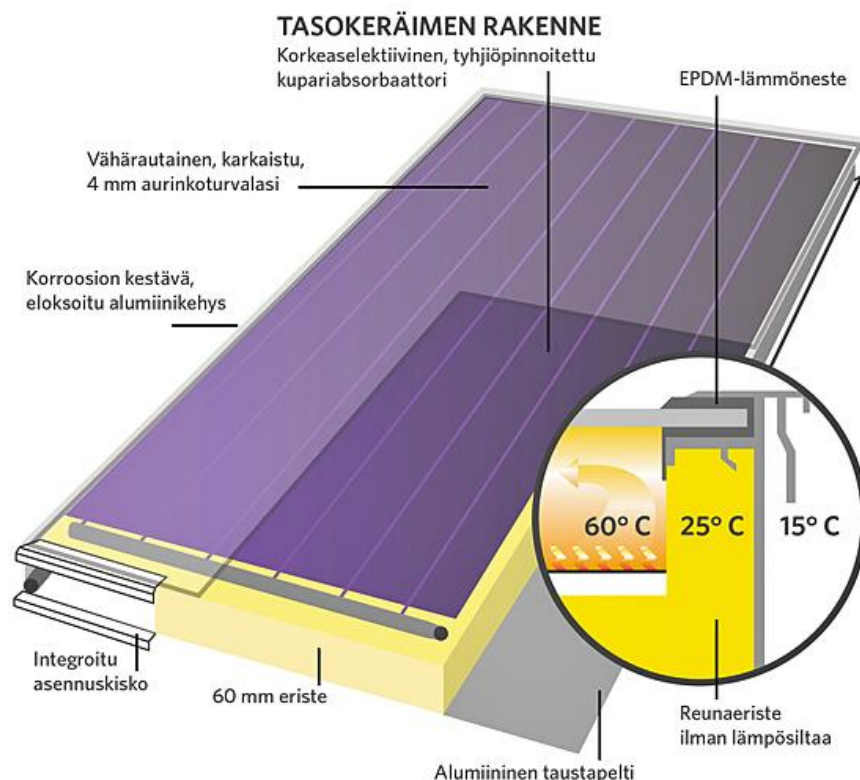
Aurinkolämpöjärjestelmän keräinten ja varaajan välinen putkisto on yleensä kuparia tai ruostumattonta terästä. Muoviputket eivät sovellu putkimateriaaleiksi, koska ne eivät kestä korkeita lämpötiloja yhtä hyvin. Putkisto eristetään korkeita lämpötiloja kestävillä materiaaleilla, kuten mineraalivillalla. Putket asennetaan joko pinta-asenteisena tai kaivetaan maaperään. Maaperässä olevien putkistojen lämpöhäviöt ovat pinta-asenteisia putkistoja pienempiä. Kaukolämpöputkia voidaan hyödyntää maaperään sijoitettavissa putkistoissa. Varsinkin suuremmissa kohteissa maaperässä olevat putkistot on valmistettu kaukolämpöputkista. Paisunta-astia määräytyy järjestelmän kokonaistilavuuden perusteella, ja se on osa keräinpiirin putkistoa. Lisäksi paisunta-astian tulee kestää ylikuumenemistilanteessa muodostuvan höyryn lämpötila. Varolaitteiden tehtävänä on ohjausyksikön ohella estää aurinkolämpöjärjestelmän ylikuumeneminen. (2.)

## 3.2 Aurinkokeräimet

### 3.2.1 Tasokeräin

Tasokeräimissä auringon säteilyä kerätään tumman keräinelementin avulla. Lähes koko keräimen pinta ottaa tällöin auringonsäteilyä vastaan. Auringonsäteilystä elementin tumma pinta absorboi suurimman osan, minkä johdosta elementin pinta kuumenee. Keräimissä auringon säteilyenergia otetaan talteen järjestelmässä kiertävään nesteeseen, kuten vesi-glykoliseokseen, joka siirtää lämmön lämmönsiirtimelle tai suoraan varaajaan. (3.)

Tasokeräimet valmistetaan tyypillisesti elementteinä, joihin kuuluvat absorptiolevy, eristys, kate, karmit sekä liittymisputket. Elementit ovat yleensä kooltaan 2–4 m<sup>2</sup> ja painavat noin 50–60 kg. Suurkeräimet ovat kooltaan suurempia, noin 10 m<sup>2</sup> pinta-alaltaan. Suurkeräimet on tarkoitettu suurempiin kohteisiin, kuten aluelämpöverkostoihin, kaukolämpöverkkoihin tai maataloille. Kuvassa 3 on esitetty tasokeräimen tyypillinen rakenne. (3.)



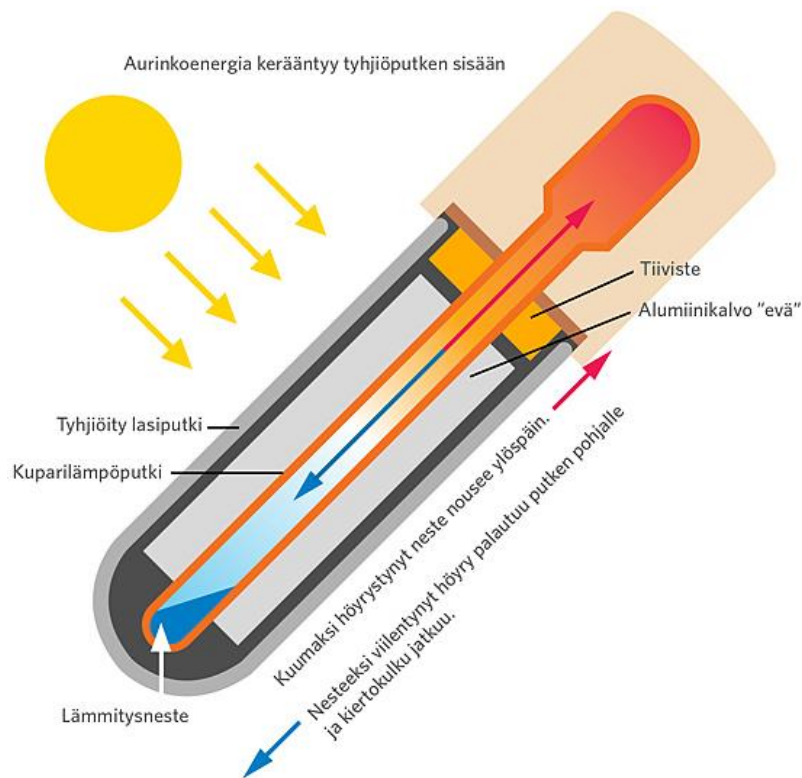
KUVA 3. Tasokeräimen rakennekuva (3)

Keräinelementit ovat yleensä metallirakenteisia, mutta myös lämpöä kestäviä muoveja voidaan käyttää muun muassa kattamattomissa tasokeräimissä. Tasokeräimet voidaan jakaa katettuihin ja kattamattomiin tasokeräimiin. Kattamattomia tasokeräimiä voidaan käyttää järjestelmissä, joissa tuotetaan alhaisessa lämpötilassa olevaa lämpöenergiaa. Yleensä lähes kaikki keräimet kuitenkin varustetaan läpinäkyvällä katteella, jotta lämpöhäviöt saadaan mahdollisimman vähäisiksi. (3; 4, s. 10.)

Katekerroksia katetuissa tasokeräimissä on tyypillisesti yksi, koska jokainen lisäkerros nostaa laitteen hintaa ja pienentää absorptiopinnalle tulevan säteilyenergian määrää. Katteen ominaisuuksilla on olennainen merkitys tasokeräinten hyötysuhteeseen. Yleisin kateeratkaisu on vähärautainen erikoislasi, joka läpäisee yli 90 prosenttia auringonsäteilyä sekä kestää keräimen suuret lämpötilan vaihtelut. (3.)

### **3.2.2 Tyhjiöputkikeräin**

Tyhjiöputkikeräimessä on ilma poistettu lähes kokonaan, jonka vuoksi keräimen johtumishäviöt pienenevät sekä hyötysuhde säilyy tasokeräintä parempana korkeissa toimintalämpötiloissa. Lasiputkessa oleva tyhjiö toimii tehokkaana lämmöneristeenä ja estää absorboitua lämpöä karkaamasta, jolloin suurempi osa saadusta lämmöstä pystytään hyödyntämään. Lämmöntuotto voi tyhjiöputki-järjestelmissä nousta kylmempinä kuukausina korkeammaksi kuin tasokeräimistä muodostuvissa järjestelmissä. Tyhjiöputkikeräinten sisälämpötila voi nousta jopa 250 °C:seen. Kuvassa 4 on esitetty tyhjiöputkikeräimen tyypillinen rakenne. (5.)

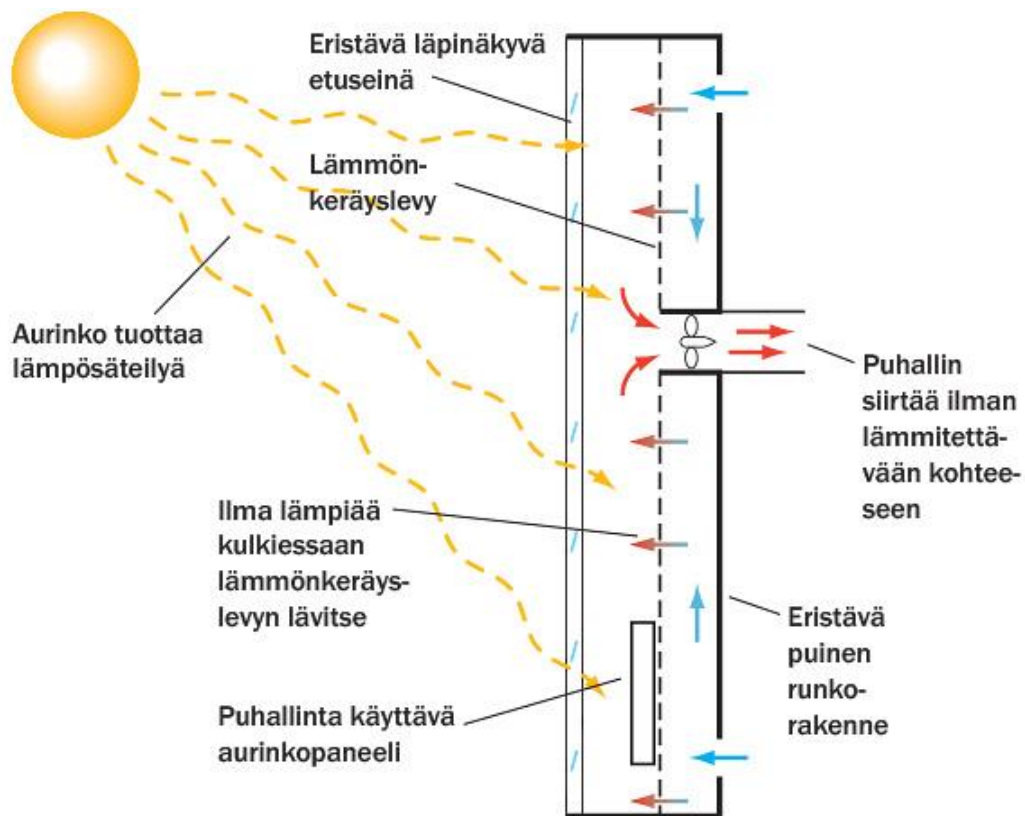


KUVA 4. Tyhjiöputkikeräimen rakennekuva (5)

Tyhjiöputkikeräimet voidaan jakaa kahteen eri tyyppiin lämmönsiirtoperiaatteen perusteella, joko läpivirtausperiaatteella toimiviin tai lämpöputken avulla toimiviin. Läpivirtausperiaatteella toimivissa keräimissä lämmönsiirtoneste kiertää joko u-muotoisessa tyhjiöputkessa absorboivan mustan pinnan alla tai sisäkkäisistä putkista muodostetussa koaksiaaliputkessa. Lämpöputken avulla toimivissa tyhjiöputkikeräimissä neste höyrystyy suhteellisen alhaisessa lämpötilassa ja kuljettaa sitomaansa lämpöä lämmönsiirtimeen. (5)

### 3.2.3 Ilmakeräimet

Ilmakeräinten lämmönsiirtoaineena käytetään ilmaa. Ilman lämmönvastaanottokyky- ja siirtokyky ovat nestettä huonommat. Laitteistosta saadaan toimiva rakentamalla keräimeen absorptioelementtejä, joissa on suuri lämmönsiirtopinta-ala. Keräimen konvektiohäviöitä, joissa lämmennyt ilma nousee absorptioelementistä katteeseen, voidaan estää imemällä ilmaa päinvastaiseen suuntaan. Mikäli halutaan siirtää sama lämpömäärä ilman avulla kuin vedellä, tarvitaan noin 4 000 kertaa suurempi ilmamäärä. Kuvassa 5 on esitettyä ilmakeräimen toimintaperiaate. (6, s. 90; 7.)



KUVA 5. Ilmakeräimen toimintaperiaate (7)

Ilmakeräin on nestekiertoisiin keräimiin verrattuna turvallisempi, koska keräimen mahdolliset vuodot eivät aiheuta riskiä, ilma ei jäädy keräimessä eikä aiheuta ylikuumenemisoongelmia. Ilmake-  
räimissä ei ole nestekiertoisiin keräimiin verrattuna korroosio-ongelmia sekä keräimissä oleva ilma  
lämpenee nopeammin. Käyttöveden lämmittäminen on taas ilmakeräimillä haasteellisempaa kuin  
nestekiertoisilla keräimillä. (6, s. 90; 7.)

### 3.3 Varaaja

Kun aurinkolämpöjärjestelmä on yhdistetty kaukolämpöverkkoon, on energiavaraaja tarpeellinen. Varaajan avulla voidaan tasata kulutuksen sekä tuotannon huippuja. Kirkkaina päivinä, jolloin au-  
ringonsäteily on voimakasta, saadaan tuotettua lämpöä varastoon. Tällöin järjestelmästä saatava  
tuotto ylittää kulutuksen. Varastoon tuotettua lämpöenergiaa voidaan hyödyntää silloin, kun aurin-  
gon säteily ei riitä tuottamaan tarpeeksi lämpöä, kuten pilvisinä päivinä tai öisin. Tämä lisää järjes-  
telmän varmuutta sekä käytettävyyttä. (8, s. 128.)

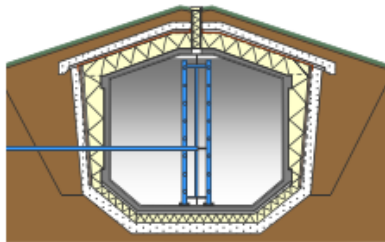
Aurinkolämmön tuotannossa käytettävät varaajat voidaan jakaa kahteen eri kategoriaan toimintaperiaatteen mukaan: puskurivaraajat lyhytaikaista varastointia varten ja suuren kokoluokan lämpövarastot sekä suuren luokan lämpövarastot, joihin on kytkettynä vaihtoehtoinen lämmöntuotantomenetelmä. (8, s.128)

Puskurivaraajana yleensä käytetään vedellä täytettyä terässäiliötä, jossa vesi toimii varastoivana massana. Tiheyserojen vuoksi vesi kerrostuu siten, että kuumin vesi sijoittuu säiliön yläosaan ja viilein alaosaan. Terässäiliöt ovat yleensä lieriömuotoisia pystyssä seisovia, eristettyjä säiliöitä. Tyypillisesti säiliö sijoitetaan maan pinnalle, mutta se voidaan myös upottaa maan sisälle. Pienemmät terässäiliöt valmistetaan tavallisesti paineellisiksi mutta suuremman kokoluokan säiliöt kustannussyistä paineettomiksi. Paineettomissa säiliöissä ei voida ylittää 100 °C:n lämpötilaa, minkä vuoksi isot paineelliset säiliöt rakennetaan tavallisesti 0,5–2,0 bar:n ylipaineelle. Pienet paineelliset säiliöt rakennetaan tavanomaisesti kaukolämpöverkon paineelle, jolloin paineenalennus- tai korotusasemaa ei tarvita säiliön ja verkon väliin. (9, s. 386.)

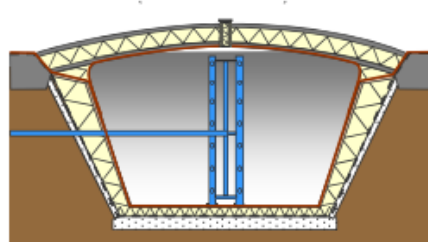
Suuren kokoluokan lämpövarastot on tarkoitettu pidempiaikaista varastointia varten, ja ne ovat tilavuudeltaan yleisimmin 1 000–50 000 m<sup>3</sup>. Kyseisen kokoluokan lämpövarastoja on tällä hetkellä käytössä Suomessa muutamia, joista suurin on Oulun kalliosäiliövarasto, joka on tilavuudeltaan noin 190 000 m<sup>3</sup>. (9, s. 386.)

Kuvassa 6 on esitetty aurinkolämmön varastoinnissa maailmalla käytössä olevia lämpövarastomalleja. Maanalaisia lämpövarastoja on käytetty Euroopassa sijaitsevilla suurilla aurinkolämpöjärjestelmissä. Rakennetut lämpövarastot ovat tyypillisesti valmistettu betonista tai teräksestä. Tankkien sisäkuoren ulkopuolelle laitetaan yleensä eristävää materiaalia lämpöhäviöiden minimoimiseksi. Rakennetut lämpövarastot voivat olla joko kokonaan tai osittain peitettyjä maaperään. (8, s. 128–131.)

**Tank Thermal Energy Storage (TTES)**



**Pit Thermal Energy Storage (PTES)**



*KUVA 6. Tyypillisimmät maailmalla käytössä olevat lämpövarastot (8, s. 129)*

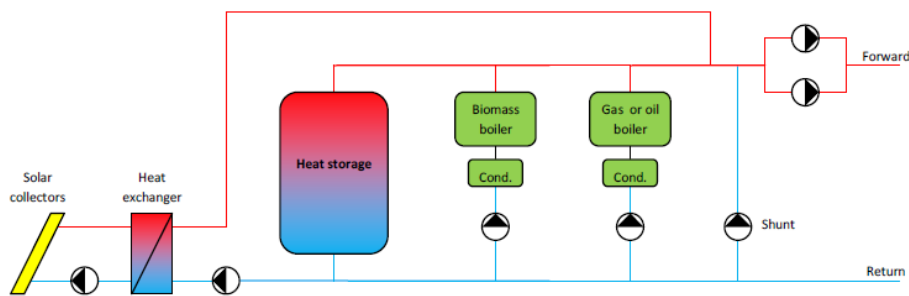
Toinen tapa on kaivaa tai louhia maaperään suuri allas, jota hyödynnetään lämpövarastona. Kaivannon reunat eristetään sekä niihin asennetaan jokin vedenkestävä pinnoite, jonka tehtävänä on estää vesimassojen imeytyminen maaperään. Maaperään kaivetut lämpövarastot ovat betonista tai teräksestä tehtyjä lämpövarastoja yleisempiä pienempien rakennuskustannusten vuoksi. Suuren rakennuskustannusten vuoksi kumpikaan vaihtoehto ei ole järkevä pienissä aurinkolämpöjärjestelmissä. Maanalaisten lämpövarastojen etuna on se, että niihin voidaan varastoida lämpöenergiaa lyhyiksi sekä pitkiksi ajoiksi. Maaperän olosuhteet ovat stabiilit ympäri vuoden. (8, s. 128–131.)

### **3.4 KytKentä**

Aurinkolämpö voi joissakin tapauksissa tuottaa kesän kuorman, ja tällöin kiinteänpolttoaineen laitoksen voi poistaa käytöstä pidemmäksi aikaa. Tällöin keräinten pinta-alan täytyy olla tarpeeksi suuri ja lämmön ylituotantoa varten varaajan koko tulee olla riittävä. Lämminvesivaraaja on järjestelmässä välttämätön, jotta tuotettua lämpöä voidaan varastoida. (8, s. 10.)

Aurinkolämpöjärjestelmää ja kiinteänpolttoaineen laitosta yhdistettäessä tulee ottaa huomioon kaksi teknistä seikkaa. Mikäli kiinteänpolttoaineen laitoksessa on savukaasujen talteenotto, tulee aurinkolämpöjärjestelmä asentaa rinnan kiinteänpolttoaineen laitoksen kanssa. Rinnankytkentä parantaa järjestelmään hyötysuhdetta. Kuvassa 7 on esitetty aurinkolämpöjärjestelmän kytkeminen osaksi muita lämmöntuotantojärjestelmiä. (8, s. 10.)





KUVA 7. Aurinkolämpöjärjestelmän kytkeminen osaksi muita lämmöntuotantojärjestelmiä. (8, s. 10)

### 3.5 Jäätymisen suojaus

Ulkolämpötila laskee Suomessa talvikuukausina pakkasen puolelle, minkä vuoksi tulee keräimet suojata mahdolliselta jäätymiseltä. Useimmissa tapauksissa keräimissä käytettävä neste on veden ja glykolin sekoitus. Glykoli laskee nesteen jäätymispistettä, jonka avulla nesteen jäätymisen riskiä voidaan vähentää. Glykolin määrä nesteessä riippuu siitä millaista ulkolämpötilaa keräinten on kestävä. Monissa järjestelmissä keräimiä ei voida tyhjentää nesteestä, joten nesteen tulee kestää myös pakkasella, etteivät putkisto sekä keräimet vahingoitu. Glykoli laskee hieman järjestelmän tehokkuutta sen korkean viskositeetin sekä huonomman lämmöntalteenottokyvyn vuoksi. Tämän vuoksi glykolin määrä tulisi pitää niin vähäisenä kuin ympäröivät olosuhteet sen sallivat. (8, s. 124.)

Järjestelmän jäätymistä voidaan estää myös käynnistämällä järjestelmän pumpput silloin kun ulkolämpötila laskee lähelle jäätymispistettä. Tällöin kaukolämpöverkon puolelta voidaan ottaa lämpöä aurinkolämpöjärjestelmään, jolla saadaan lämmitettyä järjestelmää. Suomessa lämpötila laskee toisin kuin monissa muissa maissa talvella useaksi kuukaudeksi pakkasen puolelle, joten keräimissä kiertävän nesteen glykolipitoisuus tulee tällöin olla suurempi. Glykolin määrä voidaan mitoittaa talvikuukausien minimilämpötilan mukaan, mutta tämä alentaa järjestelmän tehokkuutta. (8, s. 124.)

## 4 AURINKOLÄMMÖN HYÖDYNTÄMINEN

### 4.1 Aurinkolämpömarkkinat

Aurinkolämpömarkkinat ovat kasvaneet voimakkaasti viimeisten 20 vuoden aikana. Tyypillisesti aurinkolämpöä hyödynnetään lämpimän käyttöveden lämmityksessä sekä osittain tilojen lämmityksessä. Maailmalla on jo useita esimerkkejä suurista aurinkolämmön tuotantolaitoksista esimerkiksi Kiinassa, Kanadassa ja Tanskassa. Tämän hetken suurin aurinkolämmön hyödyntäjää on Kiina, jonka kapasiteetiksi on arvioitu noin 34 GW. Uudesta käyttöön otetusta aurinkolämmön kapasiteetista otetaan käyttöön yli 80 % Kiinassa. Kiinassa aurinkolämpöä hyödynnetään pääasiassa kotitalouksien lämpimän käyttöveden valmistukseen. (4, s. 7)

Euroopassa kuten muualla maailmassa tuotanto on lähes yksinomaan kotitalouksien omaa tuotantoa. Poikkeuksena on Tanska, jossa on panostettu keskitettyyn aurinkolämmön tuotantoon. Yli 30 % aurinkolämmöstä Tanskassa tuotetaan keskitetyillä järjestelmillä. Muualla tuotannon liittäminen kaukolämpöön on vielä harvinaista, mutta muutamia esimerkkejä löytyy ainakin Ruotsista, Saksasta ja Itävalasta. (4, s. 7.)

Suomessa aurinkolämmön hyödyntäminen on vielä pienimuotoista, mutta kiinnostus aurinkolämpöä kohtaan on kasvanut viime vuosina erityisesti pientalojen yhteydessä. Keskitettyjä järjestelmiä ei vielä Suomessa juurikaan ole muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Suomessa aurinkolämpöä hyödynnetään esimerkiksi Kirkkojärven Myrskylässä, jossa keräinalaltaan 60 m<sup>2</sup>:n aurinkolämpöjärjestelmä on liitetty vuonna 2013 osaksi aluelämpöverkkoa. (4, s. 8; 10.)

Aurinkolämmön yleistymistä on hidastanut muita lämmitysmuotoja korkeammat investointikustannukset. Lisäksi talviajalle on oltava jokin korvaava lämmitysmuoto aurinkolämmön rinnalla. Aurinkolämmön kiinnostavuutta ovat kasvattaneet teknologian kehitys, vaatimukset energiatehokkuudesta ja tiukkenevat rakennusmääräykset, uusiutuvien energianlähteiden hyödyntämisen kasvaminen sekä aurinkolämpöön liitettävät imagotekijät. Aurinkoenergia koetaan saastuttamattomana tulevaisuuden energiamuotona, ja siihen panostaminen voi luoda edelläkävijän leimaa. Rakennuttajat sekä kiinteistönomistajat tuovat näkyvästi esille kohteet, joissa aurinkolämpöä on hyödynnetty. (4, s. 9.)

Aurinkolämpöön liittyvä liiketoiminta ei ole vielä nykyisellään suurta, mutta uusien hankkeiden avulla voidaan kartoittaa arvokasta kokemusta myöhempää toiminnan kasvua ajatellen. Aurinkolämpö tarjoaa kaukolämpöyhtiöille mahdollisuuden kasvattaa liiketoimintojaan, tarjoamalla esimerkiksi palveluita alueille tai kiinteistöihin, joissa kaukolämpöverkkoa ei ole. (4, s. 9.)

Aurinkoenergian hyödyntämiseen liittyy vielä paljon teknologiaan sekä osaamiseen liittyviä kehitysmahdollisuuksia. Suomen energiaosaamisen ja kilpailukyvyn ylläpitämisen vuoksi on tärkeää, että aurinkoenergiaan liittyvää osaamista kasvatetaan hankkeiden ja tutkimusten avulla. (4, s. 9.)

## **4.2 Hyödyntäminen Suomessa**

Aurinkolämmön hyödyntämisen kannalta haasteellista on säteilyn voimakkaat kausi- ja vuorokausivaihtelut. Suurin osa vuotuisesta säteilystä saadaan Suomessa maaliskuun ja syyskuun välisenä aikana, kun taas talvikuukausien kokonaissäteily jää vähäiseksi. Suomen pohjoisesta sijainnista johtuen suoran säteilyn teho on vähäisempää kuin lähempänä päiväntasaajaa. Lisäksi Suomessa säteilyn tulokulma on verrattain matala, minkä vuoksi säteilyn intensiteetti laskee ja varjostushäviöt kasvavat. Keräinten asennuskulmalla voidaan vaikuttaa lämmöntuotannon tehokkuuteen. (4, s. 10.)

Keräimien päälle kertyvä lumi voi vaikuttaa tuotantoon keväisin. Keräimien päältä ja ympäriltä on syytä varautua poistamaan lunta tuotannon laskun sekä lumikuorman vuoksi, mikäli keräimet sijaitsevat katolla. Keräinten päälle kertyvä lika voi myös vähentää tuotantoa, joten keräimiä saatetaan joutua puhdistamaan siitepölykaudella sekä muutoinkin. (4, s. 10.)

Suomen vuosittainen aurinkolämmön saanto eli säteilyn määrä on vajaat 10 % alhaisempi kuin Keski-Euroopassa sekä vain 20 % alhaisempi kuin Pohjois-Italiassa. Vähäinen ero selittyy Suomen kesäkuukausilla, jolloin auringon säteilyä saadaan jopa enemmän kuin Italiassa. (4, s. 10.)

Auringon säteilyssä on myös Suomessa alueellisia eroja, mitkä näkyvät siten, että Sodankylässä vuosittainen aurinkolämmön tuotanto on noin 10 % Helsingin tuotantoa vähäisempää. Lisäksi ran-

nikon tuntumassa lämpöä saadaan enemmän kuin sisämaassa, minkä vuoksi Oulussa lämmön-  
tuotanto on keskimäärin noin 5 % enemmän kuin Jyväskylässä, vaikka Oulu sijaitseekin pohjois-  
sempana. (4, s. 10.)

#### **4.3 Aurinkolämpö ja kaukolämpö**

Aurinkolämpöä hyödynnetään pääasiassa veden ja tilojen lämmitykseen, jäähdytykseen sekä höy-  
ryn tuotantoon. Tavallisesti auringosta saatavaa energiaa hyödynnetään kotitalouksien lämpimän  
käyttöveden valmistamiseen tai sekä käyttöveden että tilojen lämmittämiseen. Käyttöveden läm-  
mittäminen tai esilämmitys on kotitalouksissa yleisin tapa hyödyntää aurinkoenergiaa maailman  
laajuisesti. (11, s. 68–70.)

Kaukolämmöllä on Suomessa vahvat perinteet, ja lähes puolet palvelu-, liike-, ja asunrakennuksien  
lämmöntarpeesta tuotetaan kaukolämmöllä. Kaukolämpöverkot ovat keskeisessä asemassa, mi-  
käli aurinkolämmön hyödyntämistä halutaan edistää. Isot aurinkolämpöjärjestelmät kaukolämpöön  
liitettynä ovat kiinteistökohtaisia ratkaisuja kustannustehokkaampia. (12.)

Aurinkolämmön tuotanto ajoittuu pääasiassa kesäkuukausille ja kiinteistöjen lämmöntarve painot-  
tuu talvikuukausille. Tämän vuoksi aurinkolämpö ei voi yksinään korvata muita lämmitysmuotoja,  
vaan sen rinnalla on oltava jokin muu lämmitysmuoto. Aurinkolämmön vaikutus kaukolämmöntuo-  
tannossa riippuu aurinkolämmön tuotannon suuruudesta, muiden lämmöntuotantolaitosten ajojär-  
jestyksestä, minimikuormista, huoltoseisokkien pituudesta sekä mahdollisuudesta apujäähdytyk-  
seen. (11, s. 68–70; 12.)

Aurinkoenergian hyödyntäminen lämmöntuotannossa on vähäistä, mutta kiinnostus aurinkoläm-  
mön hyödyntämiseen on kasvussa. Auringon lämpösäteilyn talteenotossa suuret keräinjärjestelmät  
ovat kustannustehokkaampia ja niiden hyötysuhde on parempi kuin pienemmissä järjestelmissä.  
(12.)

Kaukolämmön tuotannossa aurinkolämpöä voidaan hyödyntää hybridijärjestelmissä. Hybridijärjes-  
telmällä tarkoitetaan järjestelmiä, joissa voi olla yhdistettynä uusiutuvan energian eri ratkaisuja kes-  
kenään tai uusiutuvan energian ratkaisuja yhdistettynä vanhempaan tekniikkaan. Eri tuotantome-  
netelmien yhdistämisessä on ajatuksena taata tasaisempi, jatkuvampi energiansaanti ja välttää

kausivaihtelut tuotannossa. Uusiutuvan energian yhdistämisessä jo olemassa oleviin järjestelmiin on sama tavoite, ja tällöin vältetään poistamasta toimivia ja tuottavia järjestelmiä. Eri energiatuotantotapoja yhdistelemällä hybridituotannoksi muodostetaan paikallisiin tarpeisiin vahva energiantuotantojärjestelmä. (11, s. 70.)

## 5 SÄTEILY KERÄIMEN PINNALLE

### 5.1 Auringonsäteily

Auringonsäteily maan pinnalle koostuu suorasta säteilystä, hajasäteilystä sekä ilman vastasäteilystä. Auringon suoralla säteilyllä tarkoitetaan suoraan ilmakehän läpi tullutta auringonsäteilyä. Hajasäteilyllä tarkoitetaan ilmakehän molekyyliden ja pilvien heijastamaa säteilyä sekä maasta heijastuvaa hajasäteilyä. Ilmakehässä oleva vesihöyry, otsoni sekä hiilidioksidi aiheuttavat ilmakehän vastasäteilyä säteiden lämpöä takaisin maanpinnalle. Ilmakehän vastasäteily sisällytetään usein hajasäteilyyn. (13, s. 12.)

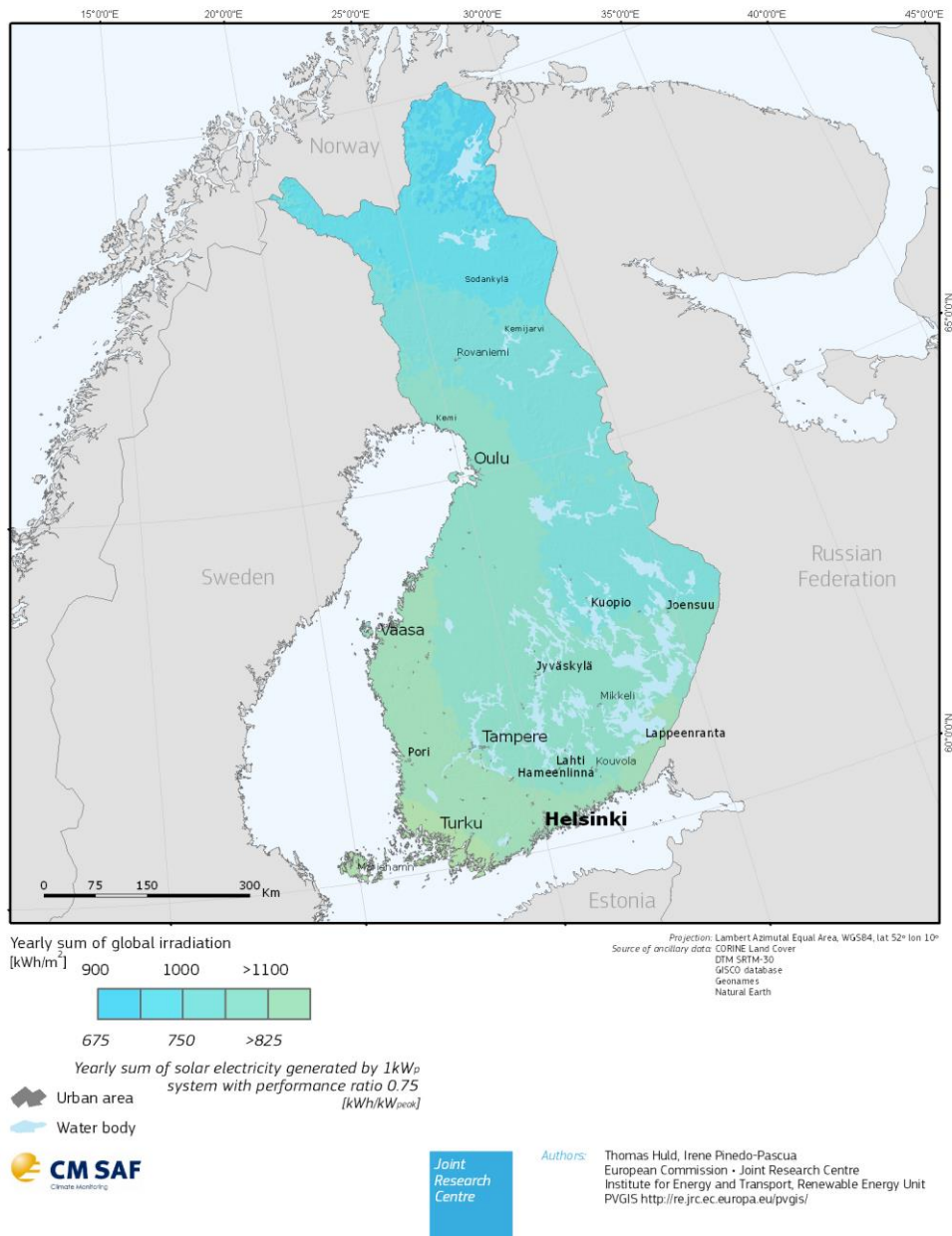
Maan pinnalle aurinkoisena päivänä säteilevästä säteilystä noin 70–80 % on suoraa säteilyä, jolloin hajasäteilyn osuus säteilystä on 20–30%. Pilvisenä päivänä hajasäteilyn osuus kokonaissäteilystä voi olla jopa 80 %. Hajasäteilyn osuus Suomessa on keskimäärin noin puolet kokonaissäteilystä. Suomessa aurinkoenergian kokonaissäteily määrä vaihtelee paikkakunnasta riippuen. Etelä-Suomessa auringonsäteily optimiasennossa on noin 1100 kWh/m<sup>2</sup> ja Keski-Suomessa noin 1000 kWh/m<sup>2</sup>. Säteilyn hetkelliseen määrään vaikuttavat hetkelliset sääolosuhteet voimakkaasti. Kuvasessa 8 on esitetty auringonsäteilyn määrä optimiasentoon asennetun keräimen pinnalle Suomessa. (6, s. 12.; 13, s. 12.)



## Global irradiation and solar electricity potential

Optimally-inclined photovoltaic modules

### FINLAND / SUOMI



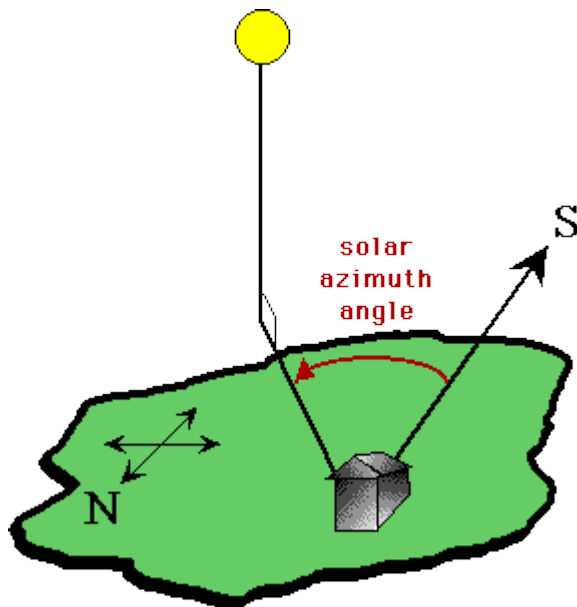
KUVA 8. Auringonsäteilyn määrä optimiasentoon asennetun keräimen pinnalle (20)

## 5.2 Keräimen sijoitus ja suuntaus

Keräinkentän sijoitusta pohdittaessa on tärkeää valita sellainen paikka, johon auringonsäteily pääsee esteettömästi paistamaan mahdollisimman pitkään. Kiinteästi asennettavat keräinkentät suunataan yleensä etelään eli päiväntasaajaa kohti. Mikäli keräimiä ei voida esimerkiksi varjostavien

rakennusten tai esteiden vuoksi asentaa etelää kohti, myös kaakon ja lounaan välinen asennussuunta on todettu hyväksi. Tällöin energiantuotto jää pienemmäksi kuin optimaalisella suuntauksella. (6, s. 17; 13, s. 8.)

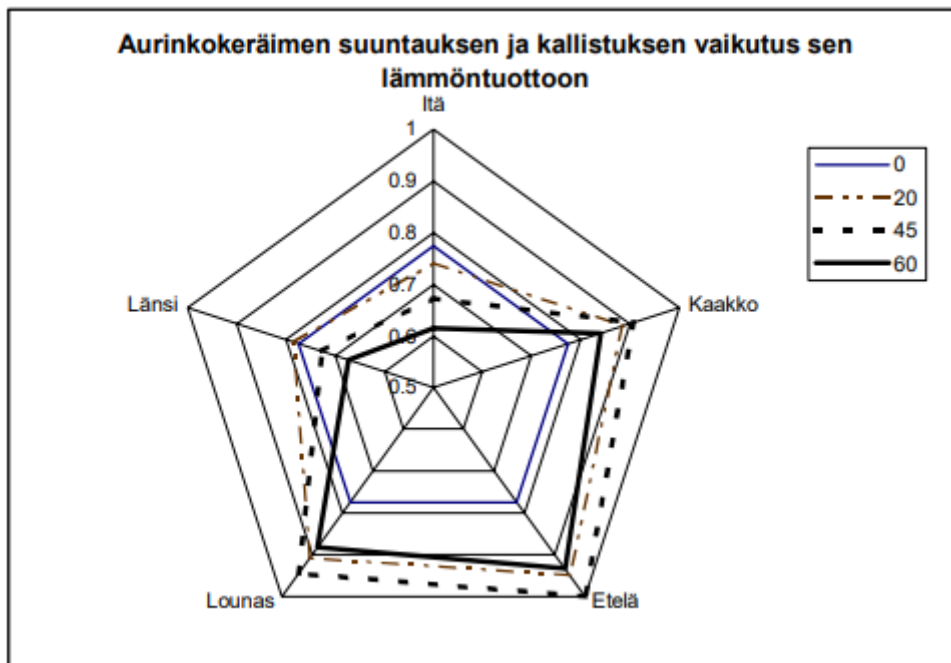
Aurinkokeräimien pinnalle säteilevän energian määrään vaikuttaa myös aurinkokeräimien suuntaus. Laitteiston oikeaan suuntaukseen vaikuttaa kaksi kulmaa, jotka ovat keräimen asennuskulma ja atsimuuttikulma eli keräimen poikkeama etelästä. Kallistuskulmalla tarkoitetaan vaakatason ja laitteiston välistä kulmaa. Atsimuuttikulma määritellään siten, että suuntaus etelään on  $0^\circ$ , länteen  $+90^\circ$  ja itään  $-90^\circ$ . Kuvassa 9 on esitetty atsimuuttikulman määritelmä. (6, s. 16–17.)



KUVA 9. Atsimuuttikulma (14)

Suunta-poikkeama  $\pm 45^\circ$  etelästä heikentää aurinkokeräimien vuosituotantoa noin 10 %. Länttä tai itää kohti sijoitusta tulisi välttää, koska tällöin keräimiä voidaan hyödyntää vain kesäaikaan. Kuvassa 10 on esitetty suuntauksen ja keräinten kallistuskulman vaikutus lämmöntuotantoon. (13, s. 8–9)





KUVA 10. Aurinkokeräimen suuntauksen ja asennuskulman vaikutus lämmöntuottoon (13, s. 9)

Keräinkentät vievät huomattavasti tilaa, mikä tulee ottaa asennettaessa huomioon. Keräimet asennetaan tyypillisesti maahan, ja pinta-alaltaan 1 m<sup>2</sup>:n keräin tarvitsee tilaa noin 3–4 m<sup>2</sup>. Keräinrivien välinen etäisyys on yleensä vähintään 4,5 m keräimen korkeudesta riippuen, mitattuna keräimen etuosasta seuraavan keräinrivin etuosaan. Keräinkenttien viemä pinta-ala voi nostaa järjestelmän kustannuksia paikoin kohtuuttomasti, mikäli järjestelmän viemä maa-ala on arvokasta. (8, s. 14.)

### 5.3 Asennuskulman vaikutus

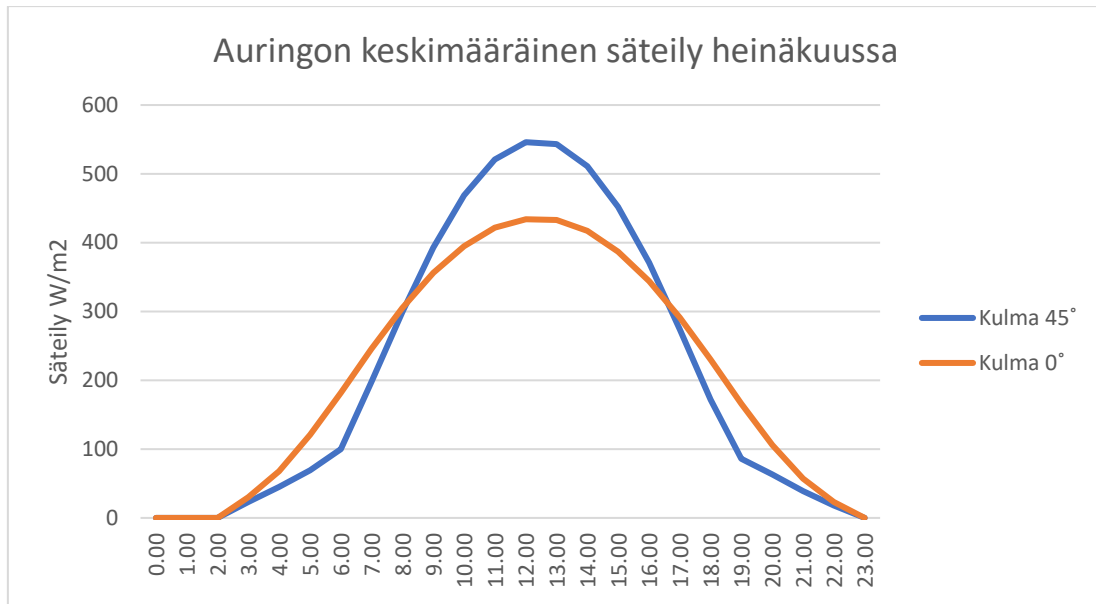
Keräimien asennuskulmalla tarkoitetaan kulmaa, johon keräin asennetaan auringon suhteen. Keräinten optimaalinen asennuskulma riippuu asennuspaikan sijainnin leveysasteista, käytettävästä järjestelmästä ja siitä, halutaanko painottaa koko vuoden tuottoa vai panostetaanko kesäajan tuottoon. Aurinkolämpöjärjestelmän paras teho saadaan silloin, kun säteilyn tulokulma on 0° eli säteily osuu kohtisuorassa keräimen pintaan nähden. Säteilyn tulokulmaan eli auringon keskimääräiseen korkeuteen vaikuttaa sijainnin leveysaste. Nyrkkisääntönä asennuskulmalle voidaan pitää sijainnin leveysaste –20 astetta. (6, s. 18.)

Keskimäärin optimaalinen asennuskulma on Suomessa lähellä 45 astetta, jolloin laitteisto antaa vuositasolla parhaan tuoton. Mikäli laitteiston asennuskulmaa voidaan säätää vuodenajasta riippuen, on asennuskulmaa mahdollista optimoida eri vuodenajoille erikseen. Keräinkulmien optimointi parantaa järjestelmän tuottoa, koska auringon korkeus horisontista vaihtelee Suomessa eri vuodenaikojen välillä varsin voimakkaasti. (6, s. 18.)

Suomessa asennuskulman valintaan haasteita tuovat lumi sekä jäätyminen. Keräinten asennuskulma tulee tällöin valita siten, että lumi ja jää eivät pääse kertymään keräimen pinnalle, mikäli keräimistä halutaan tuottoa myös talvella. Mikäli keräimet asennetaan katolle vaikuttaa keräinten asennuskulmaan tällöin rakennuksen kattotyyppi sekä katon kaltevuus. (13, s. 15; 14, s. 8.)

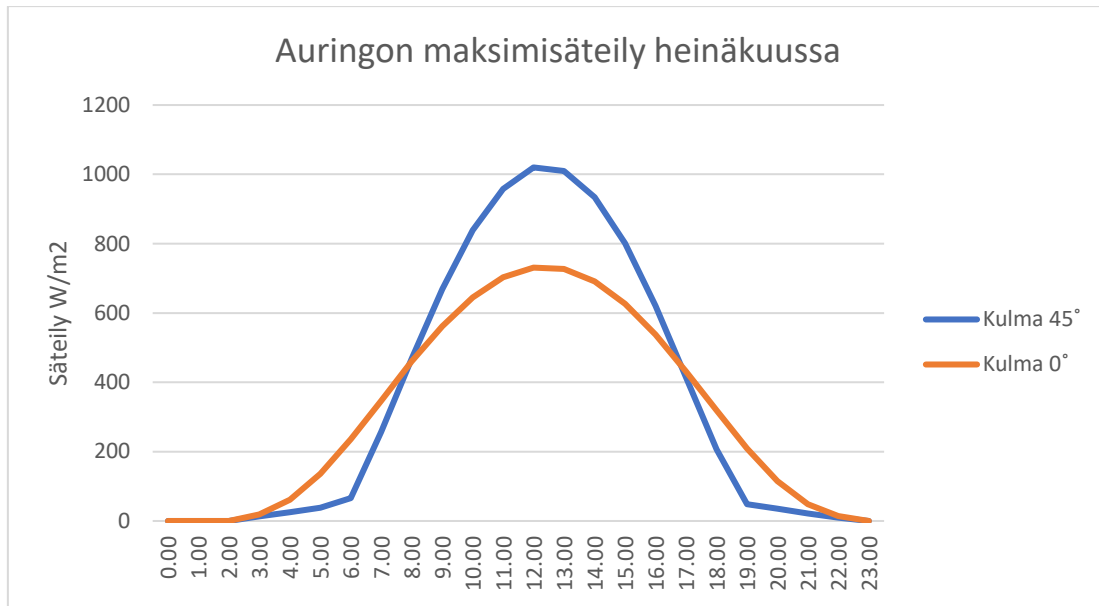
Loiva asennuskulma on paras, jos kesäkauden lämmöntuottoa halutaan maksimoida. Loivalla asennuskulmalla tarkoitetaan noin 25–30° kulmaa. Käytettäessä loivaa asennuskulmaa, keräinten suuntaus voi olla myös kaakkoon tai lounaaseen ilman suurta tehon laskua. Mikäli taas halutaan maksimoida koko vuoden lämmöntuottoa, tulisi keräinten asennuskulman olla noin 45°. Pohjois-Suomessa voidaan käyttää hieman suurempaa ja Etelä-Suomessa hieman pienempää asennuskulmaa. (14, s. 8.)

Kevättalven lämmöntuottoa maksimoidessa keräimet tulisi asentaa pystyymäksi noin 60° asennuskulmaan. Pohjois-Suomessa keräinten asennuskulma voi olla tällöin jopa 70–80°. Jyrkän asennuskulman käyttö vähentää kesällä hyödyksi saatavaa lämmöntuottoa. Kuvassa 2 on esitetty auringon keskimääräisen säteilyn voimakkuus heinäkuun keskimääräisenä päivänä 45°:n sekä 0°:n asennuskulmilla Oulussa. Asennuskulmalla 0° tarkoitetaan auringon säteilyä horisontaaliselle tasolle eli maan pinnalle. (14, s. 8; 16.)



KUVA 11. Auringon keskimääräinen säteily Oulussa heinäkuussa

Säteilyn määrä keräimen pinnalle on suurimmillaan keskellä päivää, jolloin aurinko säteilee voimakkaimmin. Kuvan 11 mukaan 45°:n asennuskulmalla saavutetaan säteilyä keskellä päivää yli 100 W/m<sup>2</sup> teholla kuin 0°:n asennuskulmalla. Kuvassa 12 on esitetty auringonsäteily keräimen pinnalle samalla tavoin kuin kuvassa 10, mutta maksimisäteilyn mukaan. Mikäli auringonsäteily on maksimaalista keräimen pinnalle saavutetaan parhaimmillaan keräimelle tulevan säteilyn määräksi 45°:n asennuskulmalla hieman yli 1000 W/m<sup>2</sup>. Maan pinnalle tulevan säteilyn määrä nousee heinäkuussa maksimissaan hieman vajaaseen 800 W:iin/m<sup>2</sup>. Säteilyn määrä keräimen pinnalle, joka on asennettu 45° kulmaan, on enimmillään yli 200 W/m<sup>2</sup> korkeampi kuin horisontaalisesti asennettun keräimen pinnalle.



KUVA 12. Auringon maksimisäteily Oulussa heinäkuussa

## 6 KERÄINTEN TUOTON LASKEMINEN

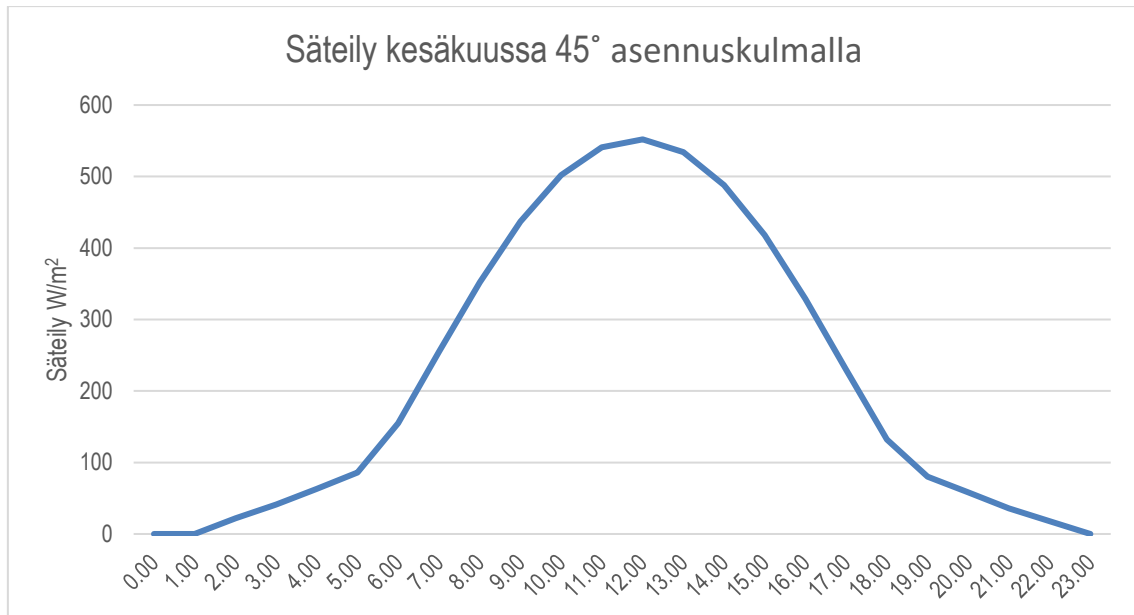
### 6.1 Mitoituksen lähtökohdat

Aurinkolämpöjärjestelmällä on tarkoitus vähentää öljyn käyttöä kesäkuukausina. Alueella on aikaisemmin tuotettu lämpöä kesäkuukausina 1,3 MW:n öljykattilalla. Järjestelmän lämmöntuotanto on laskettu kolmella eri keräinpinta-alalla. Keräinten pinta-alat ovat 250 m<sup>2</sup>, 300 m<sup>2</sup> ja 350 m<sup>2</sup>. Mitoituksessa on lähdetty siitä, että mahdollista lämmön ylituotantoa ei syntyisi kovin paljon. Mikäli järjestelmä mitoitettaisiin suoraan verkoston kulutuksen mukaan siten, että kesäkuukausien lämmöntarve tuotettaisiin ainoastaan aurinkolämpöjärjestelmällä, kasvaisi keräinkentän pinta-ala sekä varaajan koko huomattavasti. Täten myös koko järjestelmän hankintakustannukset nousisivat merkittävästi. Ylituotannon määrä olisi tällöin kesäkuukausina kirkkaina kesäpäivinä korkea.

Työssä on ollut käytössä vuoden 2016 asiakkaiden kulutustiedot. Asiakkaiden kulutustietojen avulla on voitu arvioida vuosittaista verkon kulutusta. Asiakkaiden kulutustietoihin on lisätty verkoston lämpöhäviöt kesäkuukausilta, jotta verkoston kulutun vastaisi paremmin todellisuutta. Verkoston lämpöhäviöt on lisätty ainoastaan kesäkuukausilta sen vuoksi, että kesäkuukausien verkoston kulutus on oleellista järjestelmän kokoa suunniteltaessa. Kyseiset tiedot on saatu Oulun Seudun Sähkön toimesta.

### 6.2 Tuoton laskenta

Järjestelmän lämmöntuotantoa on arvioitu keskimääräisen säteilyn avulla, koska alueelta ei ole saatavissa mitattua säteilytietoa. Euroopan kommission ylläpitämän PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System Interactive Maps) tietokannasta saadun säteilytiedon avulla saadaan selville jokaisen kuukauden keskimääräinen päivittäinen säteily Oulun korkeudella. (16.) Kyseinen päivä osoittaa keskimääräisen säteilyn vaihtelun keskimääräisesti vuorokauden aikana. Kuvassa 13 on esitetty kesäkuun keskimääräinen säteily keräimen pinnalle yhden päivän aikana 45°:n asennuskulmalla Oulun korkeudella.



KUVA 13. Säteily keräimen pinnalle kesäkuussa 45°:n asennuskulmalla

Keräinten lämmöntuotantoon vaikuttaa säteilyn voimakkuuden lisäksi myös ympäristön lämpötila. Järjestelmän lämmöntuotanto sekä hyötysuhde pienenevät, mikäli ympäristön lämpötila on matala. Ympäristön lämpötiloina on käytetty Oulun kuukausittaisia keskilämpötiloja vuodelta 2016, jotka on esitetty taulukossa 1. Vuoden 2016 keskilämpötiloja on käytetty sen vuoksi, että verkoston kulutus-tiedot ovat myös vuodelta 2016. (17.)

TAULUKKO 1. Oulun keskimääräiset kuukausilämpötilat vuodelta 2016 (17)

Kuukausi	Lämpötila (°C)
Tammikuu	-13,4
Helmikuu	-3,9
Maaliskuu	-1,8
Huhtikuu	3,0
Toukokuu	10,5
Kesäkuu	13,4
Heinäkuu	17,4
Elokuu	13,7
Syyskuu	10,1
Lokakuu	3,3
Marraskuu	-3,1
Joulukuu	-4,2

Keräinten lämmöntuottoa tietyssä hetkenä voidaan arvioida kaavan 1 avulla. (8, s. 69.)

$$P_g = A_c * (\eta_0 * G - a_1 * (T_m - T_a) - a_2(T_m - T_a)^2) * f_p * f_u * f_o \quad \text{KAAVA 1}$$

jossa,

$A_c$  = keräinten pinta-ala [m<sup>2</sup>]

$\eta_0$  = keräimen optinen hyötysuhde

$G$  = auringon säteilyn voimakkuus keräimen pinnalle [W/m<sup>2</sup>]

$a_1$  = keräimen lämpöhäviökerroin

$a_2$  = keräimen lämpöhäviökerroin

$T_m$  = keräimen lämpötila [°C]

$T_a$  = ulkoilman lämpötila [°C]

$f_p$  = keräinpiirin lämpöhäviökerroin

$f_u$  = mitoituksesta syntyvät häviöiden häviökerroin

$f_o$  = muiden häviöiden häviökerroin, kuten virtauksesta syntyvät häviöt

Keräinten lämpötila lasketaan keräimelle tulevan ja lähtevän nesteen avulla seuraavasti. (8, s. 69.)

$$T_m = \frac{(T_{in} + T_{out})}{2} \quad \text{KAAVA 2}$$

jossa,

$T_{in}$  = keräimille menevän nesteen lämpötila [°C]

$T_{out}$  = keräimiltä palaavan nesteen lämpötila [°C]

Järjestelmän vuotuinen lämmöntuotanto on laskettu siten, että keräimille menevän nesteen lämpötila on 50 °C ja keräimiltä palaavan nesteen lämpötila on 80 °C. Tällöin keräimiltä saatava lämpötila vastaa keskimäärin kesäkuukausien kaukolämmön menoputken lämpötilaa sekä keräimille menevä lämpötila on vastaavasti lähellä kaukolämmön paluupuolen lämpötilaa kesäkuukausina. Mikäli säteily ei riitä tuottamaan kaukolämmön menopuolen lämpötilaa, voidaan järjestelmän avulla nostaa kaukolämmön paluupuolen lämpötilaa. Tämän avulla saadaan kattilalle menevän kaukolämpöveden lämpötilaa nostettua, minkä vuoksi kattilaa voidaan ajaa pienemmällä teholla. Keräinten toimintalämpötiloina on käytetty kevä- sekä syyskuukausina alhaisempia lämpötiloja.

Keräimiltä palaavan nesteen lämpötilana on käytetty 60°C:ta ja keräimille menevän nesteen lämpötilana on käytetty 40°C:ta. Kyseisenä ajanjaksona säteilyn voimakkuus ei riitä tuottamaan kuin vähäistä lämmöntuottoa korkeammilla toimintalämpötiloilla.

Laskennassa on käytetty keräintyyppinä suomalaisen Mikkeliissä toimivan Savo Solar Oy:n valmistamia Savo 15G –suurkeräimiä. Valmistajan ilmoittamat keräimen ominaisuudet

- keräimen optinen hyötysuhde  $\eta_0 = 0,874$
- lämpöhäviötermi  $a_1 = 3,16$
- lämpöhäviötermi  $a_2 = 0,0098$ .

### 6.3 Esimerkkilaskelma

Laskennan aluksi on selvitettävä keräinten lämpötila  $T_m$ , jotta keräimiltä saatava teho voidaan määrittää haluttuna hetkenä. Keräimille tulevan nesteen lämpötilana  $T_{in}$  on laskennassa käytetty 50 °C:ta ja keräimiltä palaavan nesteen lämpötilana  $T_{out}$  on käytetty 80 °C:ta. Arvot on sijoitettu kaavaan 2.

$$T_m = \frac{(50^\circ\text{C} + 80^\circ\text{C})}{2} = 65^\circ\text{C}$$

Kun keräimien lämpötila  $T_m$  on saatu laskettua, voidaan selvittää keräimiltä saatava teho. Esimerkissä auringon säteilyn voimakkuutena keräimen pinnalle on käytetty arvoa  $800 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ . Lämpöhäviötermeinä sekä keräinten optisena hyötysuhteena on käytetty keräinvalmistajan ilmoittamia arvoja. Keräinpiirin lämpöhäviökertoimenä  $f_p$  on käytetty arvoa 0,97. Mitoituksesta syntyvien häviöiden  $f_u$  häviökertoimenä on käytetty arvoa 0,95 sekä muiden häviöiden  $f_o$  häviökertoimen on käytetty arvoa 0,95. Ulkoilman lämpötilana  $T_a$  on esimerkissä käytetty 20°C:ta. Arvot on sijoitettu kaavaan 1. (8, s. 70.)

$$P_g = 300 \text{ m}^2 * \left( 0,874 * 800 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} - 3,16 * (65^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) - 0,0098 * (65^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})^2 \right) \\ * 0,97 * 0,95 * 0,95 = 141\,071,7 \text{ W} = 141,07 \text{ kW}$$

Esimerkki laskun hetkelliseksi tehoksi saadaan käytetyillä lähtötiedoilla noin 141 kW.



## 6.4 Laskennan tulokset

Jokaiselle kuukaudelle on saatavilla auringon säteilyn voimakkuuden vaihtelu keskimääräisenä päivänä kuukaudessa. Keskimääräisen päivän tuntisilla säteilyarvoilla saadaan laskettua järjestelmän tuotto tunneittain. Kuukauden tuotto on laskettu kuukauden keskimääräisen päivän säteilyn mukaisesti, keskimääräiselle säteilylle sekä maksimisäteilylle. Maksimisäteilyllä tarkoitetaan säteilyn voimakkuutta optimitilanteessa keräimen pinnalle. Laskennan tulokset on kuitenkin ilmoitettu tuloksissa keskimääräisen säteilyn mukaisesti, koska se kuvaa säteilyn voimakkuutta keskimäärin yhtenä päivänä kuukaudessa. Liitteissä 1–39 laskenta on suoritettu esimerkkilaskun mukaisesti.

Ulkoilman lämpötilana on käytetty kunkin kuukauden keskimääräisiä vuorokauden keskilämpötiloja, jotka on eritelty taulukossa 5. Keräimen toimintalämpötiloina on käytetty maalis-syyskuussa samoja lämpötiloja kuin esimerkkilaskussa, muina kuukausina keräimelle menevän nesteen lämpötilana on käytetty 40 °C:ta ja keräimiltä palaavan nesteen lämpötilana 60 °C:ta. Muina kuukausina on käytetty alhaisempia lämpötiloja, koska tällöin auringon keskimääräinen säteily ei riitä nostamaan nesteen lämpötilaa 80 °C:seen ja joudutaan joka tapauksessa tuottamaan lämpöä jollain muulla lämmöntuotantomenetelmällä.

Taulukossa 2 on esitetty keräinten kuukausittaiset lämmöntuotannot eri keräinpinta-aloilla yhden vuoden aikana. Kuukausikohtaiset tulokset ovat esitetty liitteissä 1–39. Laskenta on suoritettu kolmelle eri keräinpinta-alalle, jotka ovat 250 m<sup>2</sup>, 300 m<sup>2</sup> ja 350 m<sup>2</sup>.

TAULUKKO 2. Vuosituotto kuukausittain eri keräinpinta-aloilla

	200 m <sup>2</sup> (MWh)	300 m <sup>2</sup> (MWh)	350 m <sup>2</sup> (MWh)
Tammikuu	0,000	0,000	0,000
Helmikuu	1,404	1,685	1,966
Maaliskuu	6,250	7,500	8,750
Huhtikuu	10,912	13,095	15,277
Toukokuu	13,315	15,978	18,641
Kesäkuu	12,954	15,545	18,135
Heinäkuu	14,258	17,109	19,961
Elokuu	8,065	9,678	11,291
Syyskuu	5,423	6,508	7,593
Lokakuu	0,238	0,285	0,333
Marraskuu	0,000	0,000	0,000
Joulukuu	0,000	0,000	0,000
<b>Koko Vuosi</b>	<b>72,819</b>	<b>87,383</b>	<b>101,947</b>

Vuoden kokonaistuotot ovat yhteensä 250 m<sup>2</sup>:n keräinpinta-alalla noin 73 MWh, 300 m<sup>2</sup>:n keräinpinta-alalla noin 87 MWh sekä 350 m<sup>2</sup>:n keräinpinta-alalla noin 102 MWh. Taulukosta 2 voidaan havaita, että keräimistä saadaan tuottoa parhaiten maalisi-syyskuun välisenä ajanjaksona. Erityisesti touko-heinäkuu ovat aurinkolämmön hyödyntämisen kannalta hyviä kuukausia. Muina kuukausina järjestelmän tuotto on vähäistä, vaikka toimintalämpötiloina on tällöin käytetty alhaisempia lämpötiloja.

Taulukossa 3 on esitetty, kuinka suuren osuuden keräimien tuotto kattaa verkoston kokonaiskulutuksesta vuoden ajalta. Heinäkuussa keräimiltä saatava tuotto kattaa 350 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla yli puolet verkoston kulutuksesta ja muilla pinta-aloilla lähelle puolet verkoston kulutuksesta. Järjestelmän kokoa määritettäessä on ollut lähtökohtana, että järjestelmän tuotolla voidaan kattaa noin puolet verkoston kulutukseltaan pienimpänä kuukautena. Tällöin pinta-alaltaan 350 m<sup>2</sup>:n keräinjärjestelmä on lähimpänä tätä määrittelyä. Tulokset ovat nähtävillä liitteissä 1, 14 ja 27.

TAULUKKO 3. Keräinten tuoton osuus verkoston kokonaiskulutuksesta

Kuukausi	250 m <sup>2</sup>	300 m <sup>2</sup>	350 m <sup>2</sup>
Tammikuu	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Helmikuu	0,88 %	1,06 %	1,24 %
Maaliskuu	4,11 %	4,93 %	5,76 %
Huhtikuu	11,80 %	14,16 %	16,52 %
Toukokuu	18,73 %	22,47 %	26,22 %
Kesäkuu	24,11 %	28,93 %	33,75 %
Heinäkuu	38,54 %	46,24 %	53,95 %
Elokuu	17,79 %	21,35 %	24,90 %
Syyskuu	7,72 %	9,26 %	10,80 %
Lokakuu	0,24 %	0,29 %	0,34 %
Marraskuu	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Joulukuu	0,00 %	0,00 %	0,00 %
<b>Koko Vuosi</b>	<b>5,26 %</b>	<b>6,31 %</b>	<b>7,36 %</b>

## 6.5 Hetkellinen järjestelmän maksimiteho

PVGIS-tietokannan säteilytietojen perusteella saadaan selville, että auringon säteilyn voimakkuus on parhaimmillaan Oulun korkeudella kesäkuussa 1 020 W/m<sup>2</sup> (16). Kyseisen säteilyarvon avulla voidaan määritellä järjestelmän maksimiteho eri keräinpinta-aloille. Laskenta on suoritettu eri keräin pinta-aloille kohdan 6.2 mukaisesti. Keräinten toimintalämpötilat ovat samat kuin esimerkissä, joten keräimen lämpötila  $T_m$  on 65 °C:ta. Ulkoilman lämpötilana  $T_a$  on käytetty 25 °C:ta. Ensiksi lasketaan keräimistä saatava maksimiteho 250 m<sup>2</sup>:n keräinpinta-alalle. Sijoitetaan lähtötiedot kaavaan 1.

$$P_{Max\ 250m^2} = 250\ m^2 * \left( 0,874 * 1020 \frac{W}{m^2} - 3,16 * (65^{\circ}C - 25^{\circ}C) - 0,0098 * (65^{\circ}C - 25^{\circ}C)^2 \right) * 0,97 * 0,95 * 0,95 = 164010,9\ W \approx 164,01\ kW$$

Maksimiteho, joka keräin järjestelmästä saadaan 250 m<sup>2</sup>:n keräinpinta-alalla, on noin 164 kW. Laskenta suoritetaan samalla tavoin 300 m<sup>2</sup>:n sekä 350 m<sup>2</sup>:n keräinpinta-aloille

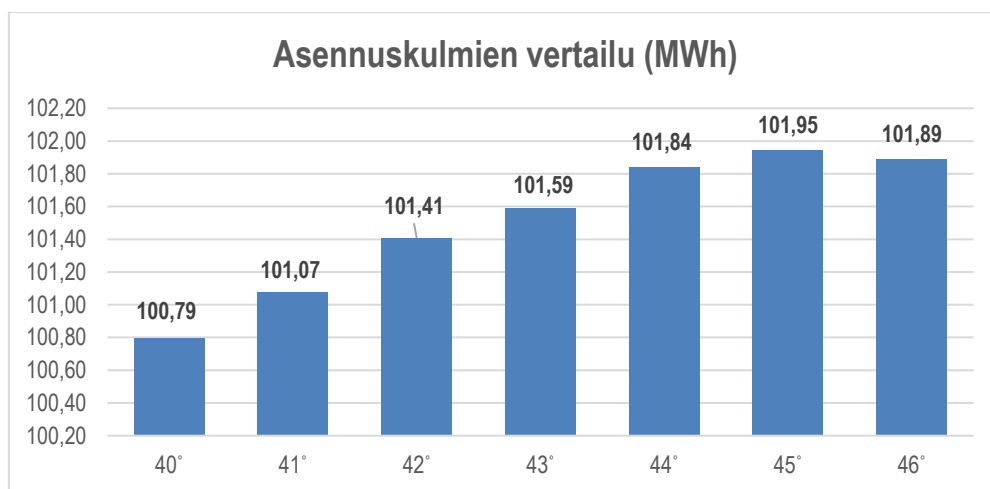
$$P_{Max\ 300m^2} = 300\ m^2 * \left( 0,874 * 1020 \frac{W}{m^2} - 3,16 * (65^\circ C - 25^\circ C) - 0,0098 * (65^\circ C - 25^\circ C)^2 \right) * 0,97 * 0,95 * 0,95 = 196\ 813\ W \approx 196,81\ kW$$

$$P_{Max\ 350m^2} = 350\ m^2 * \left( 0,874 * 1020 \frac{W}{m^2} - 3,16 * (65^\circ C - 25^\circ C) - 0,0098 * (65^\circ C - 25^\circ C)^2 \right) * 0,97 * 0,95 * 0,95 = 164\ 010,9\ W \approx 229,62\ kW$$

Maksimitehoiksi saadaan 300 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalle noin 197 kW sekä 350 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalle noin 230 kW. Todellisuudessa keräimiltä saatava teho voi nousta edellä laskettuja tehoja korkeammaksi. Ulkoilman lämpötilalla on vaikutusta keräimiltä saatavaan tehoon. Mitä korkeammaksi ulkoilman lämpötila nousee sitä suuremmaksi järjestelmästä saatava teho nousee. On hyvin todennäköistä, että ulkoilman lämpötila voi nousta laskennassa käytettyä 25 °C:ta korkeammaksi.

## 6.6 Asennuskulmien vertailu

Asennuskulmien vertailu on tehty keskimääräisen säteilyn mukaan kullekin keräimen asennuskulmalle. PVGIS tietokannasta saatavien säteilytietojen perusteella on tehty laskelmat järjestelmän vuosittaisesta tuotosta eri asennuskulmilla. Laskenta on suoritettu samalla tavoin kuin kohdassa 6.4. Vertailu on suoritettu 40–46 °:n asennuskulmille. Eri asennuskulmien vuotuinen lämmöntuotto on esitetty kuvassa 13.



KUVA 14. Asennuskulmien vertailu

Kuten kuvasta 14 voidaan huomata, keräinten vuosittaisella tuotolla ei ole suuria eroja eri asennuskulmien välillä. Käytännössä asennuskulmana voitaisiin käyttää mitä vain taulukon 9 asennuskulmista, koska erot ovat hyvin pieniä. Eniten tuottoa saadaan kuitenkin Oulun korkeudella 45°:n asennuskulmalla, joka on yhteensä noin 102 MWh vuodessa. Keräinten parhaat asennuskulmat ovat 44–46°:ta kun halutaan maksimoida koko vuoden tuottoa. Näiden välinen ero ei ole kuin muutamia kymmeniä kWh vuodessa.

## 7 MITOITUS MINIMIKULUTUKSEN MUKAAN

Verkoston minimikulutuksen avulla voidaan arvioida tarkemmin järjestelmän mitoitusta. Järjestelmän kokoa ei ole järkevä kasvattaa kovin suureksi, koska kesäkuukausina verkoston kulutus on vähäistä. Kesäisin kiinteistöjen lämmöntarve on vähäistä ja energiaa kuluu pääsääntöisesti asuinrakennuksissa lämpimän käyttöveden muodostamiseen. Teollisuuden ja isoimpien kiinteistöjen lämmöntarve poikkeaa myös talven lämmöntarpeesta huomattavasti. Tällöin voi muodostua tilanteita, joissa järjestelmän lämmöntuotanto ylittää merkittävästi verkoston kulutuksen. Verkoston kulutustiedoista on etsitty kolme peräkkäistä päivää, jolloin verkoston kulutus on pienimmillään. Näiden päivien avulla on arvioitu keräimiltä saatavan lämmöntuoton määrää verkoston kulutuksen suhteen.

Laskennan lähtötiedot on esitetty taulukossa 4. Verkoston minimikulutuksen aikaan ulkoilman lämpötila on todennäköisesti korkea, joten ulkoilman lämpötilaksi on arvioitu +25 °C:ta. Todellisuudessa ulkoilman lämpötila voi nousta tätäkin korkeammaksi. Laskenta on suoritettu kesä- ja heinäkuun kulutustietojen perusteella. Kyseisinä kuukausina verkoston kulutus on pienimmillään sekä olosuhteet aurinkolämmön tuotannolle ovat optimaalisimmat. Keräinten pinta-aloina on käytetty 300 m<sup>2</sup>:ä ja 350 m<sup>2</sup>:ä, koska pinta-alaltaan 250 m<sup>2</sup>:n keräinjärjestelmän vuoden kokonaistuotto jäi pieneksi.

TAULUKKO 4. Laskennan lähtötiedot

Keräinten hyötysuhde	$\eta_0$	0,874	
Lämpöhäviötermi	$a_1$	3,16	
Lämpöhäviötermi	$a_2$	0,0098	
Keräinten lämpötila	$T_k$	65	°C
Keräimiltä palaavan nesteen lämpötila	$T_m$	80	°C
Keräimille menevän nesteen lämpötila	$T_p$	50	°C
Lämpöhäviöt putkisto	$f_p$	0,97	
Mitoituksesta syntyvät häviöt	$f_u$	0,95	
Muut häviöt	$f_o$	0,95	
Ulkoilman lämpötila	$T_a$	25	°C

Keräinten tuotto on laskettu kaavojen 1 ja 2 mukaisesti. Tarkemmat laskennan tulokset kummallekin keräinpinta-alalle on esitetty liitteissä 40–51. Liitteissä 40–51 on esitetty laskennan tulokset tuntitasolla kolmen päivän ajalta. Keräimiltä saatava tuotto G-säteilyn mukaan on laskettu keskimääräisen säteilyn. Keräimiltä saatava tuotto G<sub>c</sub>-säteilyn mukaan on taas laskettu maksimaalisen säteilyn mukaan. Tarkasteltavien kuukausien tuntikohtaiset säteilymäärät on esitetty myös liitteissä 40–51 (16). Verkoston ja kulutuksen suhde on laskettu kaavalla 3:

$$Tuoton\ suhde = Q_{keräin} - Q_{verkosto} \quad \text{KAAVA 3}$$

jossa,

$Q_{keräin}$  = Keräinten lämmöntuotanto (kWh)

$Q_{verkosto}$  = Verkoston lämmönkulutus (kWh)

## 7.1 Keräinpinta-ala 300 m<sup>2</sup>

Taulukossa 5 on esitetty kesäkuun laskennan tulokset. Keskimääräisen säteilyn mukaan tuotto on kesäkuussa noin 654 kWh ja maksimisäteilyn mukaan laskettuna noin 1 421 kWh. Yhteensä 3 peräkkäisen päivän keräimiltä saatava tuotto on keskimääräisellä säteilyllä laskettuna noin 1 962 kWh ja maksimi säteilyn mukaan laskettuna 4 302 kWh.

Keräimille säteillä keskimääräisen säteilyn mukaisesti, verkoston kulutus ylittää järjestelmän tuoton. Kyseisessä tilanteessa lämmöntuotantoa on tuettava jollakin muulla lämmöntuotantomenetelmällä tai hyödynnettävä varaajan kapasiteettia, mikäli sitä voidaan hyödyntää. Keräimien tuottaessa maksimisäteilyn mukaisesti ylittää järjestelmän tuotto verkoston kulutuksen. Ylituotantoa muodostuu tällöin kolmen päivän aikana yhteensä 1 266 kWh.

TAULUKKO 5. Lämmöntuotto kesäkuussa minimikulutuksen suhteen 300 m<sup>2</sup>:n keräinpinta-alalla

	Tuotto G-säteily (kWh)	Tuotto Gc-säteily (kWh)	Verkoston kulutus (kWh)	Tuoton ja kulutuksen suhde, G-säteily (kWh)	Tuoton ja kulutuksen suhde, Gc-säteily (kWh)
1. Päivä	654,13	1433,97	973,98	-319,85	459,99
2. Päivä	654,13	1433,97	1070,58	-416,45	363,39
3. Päivä	654,13	1433,97	951,48	-297,35	482,49
Yhteensä	1962,40	4301,91	2996,04	-1033,64	1305,87

Taulukossa 6 on esitetty laskennan tulokset heinäkuun kulutustietojen mukaan. Keskimääräisellä säteilyn määrällä laskettuna saadaan päivittäiseksi lämmöntuotoksi heinäkuussa noin 642 kWh. Maksimisäteilyn määrän mukaan laskettuna vastaava päivätuotto on noin 1 434 kWh. Yhteensä kolmen peräkkäisen päivänä keräimiltä saatava tuotto on keskimääräisellä säteilyllä laskettuna noin 1 927 kWh ja maksimi säteilyn mukaan laskettuna noin 4 262 kWh.

TAULUKKO 6. Lämmöntuotto heinäkuussa minimikulutuksen suhteen 300 m<sup>2</sup>:n keräinpinta-alalla

	Tuotto G-säteily (kWh)	Tuotto Gc-säteily (kWh)	Verkoston kulutus (kWh)	Tuoton ja kulutuksen suhde, G-säteily (kWh)	Tuoton ja kulutuksen suhde, Gc-säteily (kWh)
1.Päivä	642,30	1420,66	870,58	-228,28	550,08
2.Päivä	642,30	1420,66	910,58	-268,28	510,08
3.Päivä	642,30	1420,66	900,78	-258,48	519,88
Yhteensä	1926,90	4261,97	2681,94	-755,04	1580,03

Taulukosta 6 voidaan havaita, että järjestelmän tuotto ei ylitä keskimääräisen säteilyn mukaisesti laskettuna verkoston kulutusta. Päivittäisen maksimisäteilyn mukaan laskettu tuotto ylittää verkoston kulutuksen huomattavasti jokaisena tarkastelu jakson päivänä. Ylituotannon määrä on yhteensä kolmen päivän aikana 1 508,03 kWh.



## 7.2 Keräinpinta-ala 350 m<sup>2</sup>

Keräinten tuotto on laskettu samalla tavoin kuin aiemmassa kohdassa 7.1. Laskennan lähtötiedot ovat muuten samat, mutta keräinten pinta-alana on käytetty 350 m<sup>2</sup>. Kesäkuun kulutustietojen perusteella suoritettujen laskennan tulokset on esitetty taulukossa 14. Keräimiltä saatavan päivittäisen lämmöntuoton määrä keskimääräisellä säteilyllä laskettuna on noin 763 kWh. Maksimisäteilyn mukaan laskettu päivittäinen tuotto taas on noin 1 657 kWh, joka on noin 240 kWh enemmän kuin pienemmän keräinpinta-alan lämmöntuotto.

Keskimääräisen säteilyn mukaan laskettuna nähdään taulukon 7 sarakkeesta 4, että lämmöntuotto keskimääräisellä säteilyllä ei ylitä heinäkuussa verkoston kulutusta missään tilanteessa. Taulukon 7 sarakkeessa 5 voidaan havaita lämmöntuoton ylittävän 350 m<sup>2</sup>:n keräinpinta-alallakin verkoston kulutuksen, kun lämmöntuotto on maksimaalista. Ylituotantoa muodostuu tällöin 600–700 kWh päivässä, mikä on kolmen päivän aikana yhteensä noin 2 023 kWh.

TAULUKKO 7. Lämmöntuotto kesäkuussa minimikulutuksen suhteen 350 m<sup>2</sup>:n keräinpinta-alalla

	Tuotto G-säteily (kWh)	Tuotto Gc-säteily (kWh)	Verkoston kulutus (kWh)	Tuoton ja kulutuksen suhde, G-säteily (kWh)	Tuoton ja kulutuksen suhde, Gc-säteily (kWh)
1. Päivä	763,16	1672,97	973,98	-210,82	698,99
2. Päivä	763,16	1672,97	1070,58	-307,42	602,39
3. Päivä	763,16	1672,97	951,48	-188,32	721,49
Yhteensä	2289,47	5018,90	2996,04	-706,57	2022,86

Heinäkuun tulokset 350 m<sup>2</sup>:n keräinpinta-alalla on esitetty alla olevassa taulukossa 8. Päivittäinen tuotto keskimääräisellä säteilyllä laskettuna on noin 749 kWh, joka on yhteensä noin 2 248 kWh kolmen päivän ajanjaksolla. Maksimisäteilyn vastaava tuotto on päivässä noin 1657 kWh ja kolmessa päivässä yhteensä noin 2 682 kWh.

TAULUKKO 8. Lämmöntuotto heinäkuussa minimikulutuksen suhteen 350 m<sup>2</sup>:n keräinpinta-alalla

	Tuotto G-säteily (kWh)	Tuotto Gc-säteily (kWh)	Verkost on kulutus (kWh)	Tuoton ja kulutuksen suhde, G-säteily (kWh)	Tuoton ja kulutuksen suhde, Gc-säteily (kWh)
1.Päivä	749,35	1657,43	870,58	-121,23	786,85
2.Päivä	749,35	1657,43	910,58	-161,23	746,85
3.Päivä	749,35	1657,43	900,78	-151,43	756,65
Yhteensä	2248,05	4972,30	2681,94	-433,89	2290,36

Mikäli verkoston kulutus on pienimmillään ja auringonsäteilylle on optimaaliset olosuhteet, tuotetun lämmön määrä ylittää verkoston kulutuksen. Taulukon 8 viidennessä sarakkeessa on esitetty tuoton sekä kulutuksen suhde auringon maksimaalisella säteilyllä keräimen pinnalle. Ylituotantoa muodostuu heinäkuussa keskimäärin hieman noin 750 kWh päivässä, mikä on esitetty taulukon 6 sarakkeessa. Ylituotannon määrä kolmessa päivässä on yhteensä noin 2 290 kWh.

### 7.3 Tulosten vertailu

Laskennan tuloksista voidaan huomata, että mikäli aurinko säteilee maksimaalisesti, muodostuu järjestelmästä ylituotantoa. Tällöin keräinten tuottama lämpö ylittää verkoston kulutuksen ja voi muodostua tilanteita, jolloin keräimien tuotto ylittää useana päivä verkoston kulutuksen. Ylituotantoa muodostuu molemmilla pinta-aloilla laskettuna, kumpanakin kuukautena. Vaikka kesäkuussa järjestelmästä saadaan optimitilanteessa enemmän lämpöä tuotettua, on heinäkuun ylituotanto silti korkeampi kuin kesäkuun ylituotanto. Verkoston kulutus on heinäkuussa pienempi kuin kesäkuussa minkä vuoksi ylituotannon määrä on korkeampi. Kesä- ja heinäkuun välisen ylituotannon määrän ero ei ole kuitenkaan kovin suuri. Heinäkuussa ylituotantoa muodostuu yhteensä kolmen päivän aikana 300 m<sup>2</sup>:n keräinpinta-alalla noin 274 kWh ja vastaavasti 350 m<sup>2</sup>:n keräinpinta-alalla noin 268 kWh.

Auringon säteillä keskimääräisen säteilyn mukaan ei järjestelmän päivittäinen tuotto ylitä kesäkuukausien verkoston kulutusta kummallakaan keräin pinta-alalla. Tällöin keräinten lämmöntuotto ei riitä vastaamaan päivittäistä verkoston kulutusta, vaikka verkoston kulutus on pienimmillään. Mi-

käli keräinten lämmöntuotto riittäisi kattamaan keskimääräisellä säteilyllä laskettuna verkoston kulutuksen, tulisi kesäkuukausina ongelmia ylituotannon kanssa. Tällöin varaajan kokoa tulisi kasvat-  
taa huomattavasti ja kirkkaina päivinä, jolloin auringonsäteily on lähellä kuukausien maksimisätei-  
lyä, keräinten tuotto olisi huomattavasti yli järjestelmän tuoton.

## 8 VARAAJAN LÄMMÖNVARAUSKAPASITEETTI JA YLITUOTANTO

Tällä hetkellä kaikki Suomessa kaukolämpökäytössä olevat lämpöakut ovat vesivaraajia. Veden etuina ovat sen suuri ominaislämpökapasiteetti sekä edullinen hinta. Varaajan teholliseen lämpöarvoon vaikuttavat akun tilavuus sekä se, mille lämpötilaerolle varaajan lämpötilakapasiteetti voidaan mitoittaa. Varaajaan ladattu energiamäärä voidaan laskea kaavan 4 avulla. (18, s. 8–9.)

$$Q = mc_p \Delta T = \rho V c_p \Delta T = V e \Delta T \quad \text{KAAVA 4}$$

jossa,

$Q$  = tehollinen lämmönvarauskapasiteetti [kWh]

$m$  = varastointimateriaalin massa [kg]

$c_p$  = ominaislämpökapasiteetti [kJ/(kg°C)]

$\Delta T$  = varaajan lämpötilaero [°C]

$V$  = varaajan tilavuus [m<sup>3</sup>]

$e$  = energiatiheys [kWh/(m<sup>3</sup>°C)]

Vaikka veden tiheys sekä ominaislämpökapasiteetti muuttuvat lämpötilan mukaan, voidaan kaava yksinkertaistaa muotoon, jossa veden energiatihedeksi määritellään 1,16 kWh/(m<sup>3</sup>°C). (18, s. 9)

### 8.1 Varaajaan ladattava energiamäärä

Varaajaan ladattavaa energiamäärää on arvioitu kolmelle eri tilavuudelle: 10 m<sup>3</sup>, 15 m<sup>3</sup> sekä 20 m<sup>3</sup>. Laskenta on suoritettu kaavan 4 avulla. Alla on esimerkkilaskelma tilavuudeltaan 10 m<sup>3</sup>:n varaajalle, varaajassa varastointimateriaalina on käytetty vettä. Esimerkissä on käytetty lämpötilaerona 30°C:ta.

$$Q_{varaaja} = V e \Delta T = 10 \text{ m}^3 * 1,16 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3 \text{°C}} * 30 \text{ °C} = 522,00 \text{ kWh}$$

Taulukoissa on esitetty eri lämpötiloilla, kuinka suuren energiamäärän varaajaan voi hetkellisesti varastoida. Lämpötila-erolla tarkoitetaan varaajilta lämmönsiirtimelle menevän ja lämmönsiirtimeltä

palaavan nesteen lämpötilojen eroa. Mitä suurempi lämpötila-ero varaajassa on, sitä enemmän varaajaan voidaan varastoida energiaa. Taulukossa 9 on esitetty laskennan tulokset.

*TAULUKKO 9. Varaajaan energiamäärät (MWh) eri lämpötilaeroilla sekä varaajan tilavuuksilla*

Lämpötilaero $\Delta T$	Tilavuus 10 m <sup>3</sup>	Tilavuus 15 m <sup>3</sup>	Tilavuus 20 m <sup>3</sup>
15	174,0	261,0	348,0
20	232,0	348,0	464,0
25	290,0	435,0	580,0
30	348,0	522,0	696,0
35	406,0	609,0	812,0
40	464,0	696,0	928,0
45	522,0	783,0	1044,0
50	580,0	870,0	1160,0
55	638,0	957,0	1276,0
60	696,0	1044,0	1392,0

Aiemmassa kohdassa 7 on laskettuna verkoston minimikulutuksen mukaisesti järjestelmän tuottoa. Kyseisten laskelmien perusteella järjestelmästä saadaan hetkittäin enemmän energiaa kuin mitä verkosto kuluttaa. Verkoston kulutuksen ja keräimiltä saatavan tuoton suhde on esitetty taulukoissa 11–15 eri keräinpinta-aloille. Ylituotantoa on tarkoitus varastoida varaajaan. Aiempien laskelmien perusteella voidaan havaita, että lämpötilaerolla 30, joka on keräinten toimintalämpötilojen erotus, ei varaajiin ladattavan energiamäärä riitä vastaamaan täysin järjestelmän ylituotantoon. Varaajan tilavuutta ei ole järkevä kasvattaa suuremmaksi kuin taulukossa 9, koska tällöin kokonaiskustannukset nousevat huomattavasti. Varaajan lämpötilaa voidaan tilapäisesti nostaa, jolloin varaajaan varastoitava energiamäärä kasvaa. Yön aikana varaajaa tulee purkaa mahdollisimman paljon, jotta sen lämpötila saadaan matalammaksi.

## 8.2 Ylituotannon estäminen

Ylituotantoa voi aiheutua kesäkuukausina, koska tällöin aurinko säteilee korkeammalta, ulkoilman lämpötila on korkeampi ja kaukolämpöverkoston kulutus on huomattavasti pienempi kuin talvikaudena. Mikäli aurinkolämpöjärjestelmän lämpötila nousee liian korkeaksi, ylimääräinen lämpö tulee jäähdyttää, ettei järjestelmä kiehuisi. Vaihtoehtoja lauhduttamiseen ja järjestelmän tuotannon pienentämiseen on useita. (19, s. 32.)

Järjestelmää voidaan jäähdyttää yön aikana pitämällä kierto päällä keräimissä. Jäähdyttämisen tehokkuus riippuu käytettävistä keräimistä, keräimille menevän nesteen lämpötilasta sekä ulkoilman olosuhteista. Mikäli varaaja on täyteen ladattu, voidaan lämmintä vettä ottaa varaajan yläosasta lämmönsiirtimelle, josta lämmönsiirrinne kierrätetään keräimille, missä sen lämpötila laskee. Lämmönsiirrinne kierrätetään takaisin lämmönsiirtimelle, jossa se jäähdyttää varaajalta tulevaa vettä. Jäähdytynyt neste ohjataan takaisin varaajaan, mikä laskee varaajan lämpötilaa. Järjestelmä toimii tällöin kuin iso radiaattori. Menetelmää voidaan käyttää silloin kun varaajan lämpötilaa tulee laskea ja tiedetään, että verkoston kulutus on alhainen. (19, s. 32.)

Kaukolämpöverkon lämpötilaa voidaan myös nostaa, jos järjestelmän ylituotannon määrä kasvaa liian korkeaksi. Mikäli kaukolämpöverkon lämpötilaa nostetaan ylituotannon vuoksi, nousee myös verkoston paluulämpötila korkeammaksi. Järjestelmän hyötysuhteen sekä turvallisen operoinnin vuoksi verkoston paluupuolen lämpötila pitäisi saada mahdollisimman alhaiseksi. Kun järjestelmän tuotantoa varataan kaukolämpöverkkoon, tulisi paluupuolen lämpötila saada aamuisin mahdollisimman alhaiseksi ennen kuin tuotanto alkaa vaikuttamaan lämpötiloihin. Tuotannon kannalta tuottoisimmat tunnit osuvat päivälle, jolloin auringon säteily on voimakkainta. (8, s. 103.)

## 9 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tarkoituksena oli selvittää aurinkolämpöjärjestelmän soveltuvuutta kaukolämmöntuotannossa sekä optimoida aurinkojärjestelmän koko saatavilla olevien verkoston kulutustietojen perusteella. Keräinten toimittajan sekä tehdyn selvityksen mukaisesti alueelle on päätetty rakentaa pinta-alaltaan noin 350 m<sup>2</sup>:n keräinkenttä, johon on kytketty tilavuudeltaan 15 m<sup>3</sup>:n varaaja. Järjestelmän kokoa määritettäessä on ollut ajatuksena, että järjestelmän tuotolla voidaan kattaa noin puolet verkoston kulutukseltaan pienimpänä kuukautena. Mikäli järjestelmästä saadaan tuottoa yli puolet verkoston kulutuksesta, voi ylituotannon vuoksi muodostua ongelmia ja varaajan kokoa tulisi tällöin kasvattaa. Varaajan koon kasvattaminen nostaa kokonaiskustannuksia huomattavasti.

Suurempi keräinpinta-ala voi aiheuttaa myös ongelmia. Varsinkin kirkkaina kesäpäivinä järjestelmän tuotto nousee korkeaksi, vaikka verkoston kulutus on tällöin vähäisintä. Aurinkolämmön osuus koko tuotannosta jää vähäiseksi, kun katsotaan koko vuoden tuotantoa. Tuotto suurimmallakin keräinpinta-alalla jää koko vuotta tutkittaessa vähäiseksi.

Alueen kaukolämpöverkko sekä energiankulutus tulee mahdollisesti kasvamaan tulevaisuudessa, jolloin suurempi keräinpinta-ala on perusteltu. Järjestelmä tuottaa kesäkuukausina hetkittäin yli kulutuksen, mutta tämän osuus pienenee, mikäli verkoston koko kasvaa tulevaisuudessa. Varaajan koko riittää normaalitilanteissa, mutta ylituotantoa syntyessä kesäkuukausina voi olla ajoittain ongelmia lämmön varastoinnin kanssa. Varaajan lämpötilaa tulee tällöin pudottaa öisin mahdollisimman alhaiseksi, jotta päivällä saatava tuotto voidaan varastoida.

Aurinkolämpö on erityinen lämmöntuotantomuoto, koska se on hyvin riippuvainen monista eri seikoista. Järjestelmän tuottavuuden ennustettavuus on hyvin vaikeaa, koska säteilyolosuhteita ei voida ennakoida kovinkaan tarkasti eteenpäin. Muut lämmöntuotantojärjestelmät eivät ole yhtä riippuvaisia ulkoisista olosuhteista kuin aurinkolämpö. Saadun aurinkolämmön määrä riippuu muun muassa auringon säteilyn voimakkuudesta keräimen pinnalle, ulkolämpötilasta, sijainnista, ympäristöstä, vuodenajasta, vallitsevasta ilmastosta sekä säästä.

Auringosta saatavan energian hyödyntäminen on entistä suuremmassa osassa, kun fossiilisten energianlähteiden käyttöä pyritään vähentämään niin Suomessa kuin koko maailmassa. Varsinkin Keski- ja Etelä-Euroopassa potentiaali auringosta saatavan energian hyödyntämiseen on suuri.

Täytyy muistaa, että aurinkoenergia vähentää hiilidioksidipäästöjä ja järjestelmän tuottama energia itsesään on päästötöntä.

Vaikka aurinkolämmön tehtävänä on vähentää öljynkulutusta kesäisin, voi joissakin olosuhteissa öljynkulutus kasvaa. Pellettilaitoksen ylösajo ei ole kovin nopeaa, joten mikäli lämmöntuotantoa tulee tukea, on öljykattila siihen tietyissä olosuhteissa ainut vaihtoehto. Mikäli öljystä haluttaisiin täysin eroon, tulisi aurinkolämpöjärjestelmän rinnalle asentaa sähkökattila. Sähkökattilalla voitaisiin tuottaa lämpöä silloin kun aurinkolämpöjärjestelmän tuottama energia ei riitä kattamaan kaukolämpöverkon kulutusta.

On muistettava, että aurinkolämpöjärjestelmästä on myös hyötyä yrityksen imagolle. Oulun Seudun Sähkö onkin saanut näkyvyyttä kotimaisessa mediassa niin televisiolähetysissä kuin useissa sanomalehdissä. Kaukolämpö on tuotteena haasteellisessa asemassa. Asiakkaiden tietoisuus sekä kiinnostus muista lämmöntuotantomenetelmistä ovat yleistyneet viime vuosina. Uudet lämmöntuotantomenetelmät kaukolämmöntuotannossa voivat nostaa kiinnostusta kaukolämpöä kohtaan sekä sen imagoa.

Kaukolämmön tuotannon kannalta on ongelmallista, että järjestelmästä saadaan eniten lämpöä tuotettua silloin kun lämmönkulutus on pienintä eli kesäkuukausina. Kesäkuukausina aurinkolämmön ylituotanto aiheuttaa omat haasteensa. Tällä hetkellä lämmön pitkäaikainen varastointi on kallista ja täten kannattamatonta.

Toisaalta aurinkolämmön potentiaali on valtava. Lämmöntuotanto on päästötöntä ja auringosta säteilevä energia maapallon pinnalle on lähes rajaton. Aurinkolämpöjärjestelmien kehittyessä sekä kustannusten laskiessa on se mielenkiintoinen vaihtoehto lämmöntuotannossa. Järjestelmien määrä todennäköisesti kasvaa, varsinkin Etelä- ja Keski-Euroopassa, joissa olosuhteet lämmöntuotannolle ovat optimaalisemmat.



## LÄHTEET

1. Keskusosuuskunta Oulun Seudun Sähkö. 2016. Vuosikertomus 2016. Kempele.
2. Aurinkolämpöjärjestelmät. 2018. Motiva. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat). Hakupäivä 4.9.2018.
3. Tasokeräimet. 2016. Motiva. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat/nestekiertoiset\\_keraimet/tasokeraimet](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat/nestekiertoiset_keraimet/tasokeraimet). Hakupäivä 4.9.2018.
4. Aurinkolämmön liiketoimintamahdollisuudet kaukolämmön yhteydessä Suomessa loppuraportti. 2013. Laatija Pöyry management consulting Oy Vantaa. Tilaaja Työ- ja elinkeinoministeriö, Energiateollisuus Ry.
5. Tyhjiöputkikeräimet. 2016. Motiva. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat/nestekiertoiset\\_keraimet/tyhjioputkikeraimet](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat/nestekiertoiset_keraimet/tyhjioputkikeraimet). Hakupäivä 4.9.2018.
6. Markku Tahkorpi 2016. Aurinkoenergia Suomessa. Helsinki: Into Kustannus Oy.
7. Ilmakeräimet. 2016. Motiva. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat/ilmakeraimet](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat/ilmakeraimet). Hakupäivä 4.9.2018.
8. Solar District heating guidelines, collection of fact sheets. 2013. Saatavilla: [https://www.solar-district-heating.eu/wp-content/uploads/2018/06/SDH-Guidelines\\_update\\_09.2017.pdf](https://www.solar-district-heating.eu/wp-content/uploads/2018/06/SDH-Guidelines_update_09.2017.pdf). Hakupäivä 4.9.2018.
9. Kaukolämmön käsikirja. 2006. Helsinki: Adato Energia.
10. Kirkkojärven aluelämpölaitos, Myrskylä. 2018. Savo Solar Oy. Saatavissa: <http://savosolar.com/fi/case/kirkkojarven-aluelampolaitos-myrskylä/>. Hakupäivä 4.9.2018.
11. Vaara, Harri 2018. Liiketoimintamahdollisuudet aurinkolämmön ja aurinkosähkön tuottajana kaukolämpöyhtiön näkökulmasta. Diplomityö. Lappeenranta: Lappeenrannan yliopisto, Tuotantotalous. Saatavissa: [http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/149519/Diplomity%C3%B6\\_Vaara\\_Harri.pdf?sequence=1](http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/149519/Diplomity%C3%B6_Vaara_Harri.pdf?sequence=1). Hakupäivä 4.9.2018.
12. Kaukolämmön tuottaminen aurinkolämmöllä. 2016. Motiva. Saatavissa: [http://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/aurinkoenergia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat/kaukolammon\\_tuottaminen\\_aurinkolammolla](http://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat/kaukolammon_tuottaminen_aurinkolammolla). Hakupäivä 4.9.2018.

13. Erat, Bruno – Erkkilä, Vesa – Löfgren, Timo – Nyman, Christer – Peltola, Seppo – Suokivi, Hannu 2000. Aurinko- opas, aurinkoenergiaa rakennuksiin. Helsinki: Kustantajat Sarmala Oy.
14. Azimuth angle. Susdesing. Saatavissa: <https://susdesign.com/popups/sunangle/azimuth.php>. Hakupäivä 4.9.2018.
15. Aurinkolämpöjärjestelmien perusteet, mitoitus ja käyttö. 2006. Solpros Ay. Saatavissa: <http://www.kolumbus.fi/solpros/reports/OPAS>. Hakupäivä 4.9.2018.
16. Photovoltaic Geographical Information System Interactive Maps. Saatavissa: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>. Hakupäivä 4.9.2018.
17. Lämmitystarveluku eli astepäiväluku. 2018. Ilmatieteen laitos. Saatavissa: <https://ilmatieteenlaitos.fi/lammitystarveluvut>. Hakupäivä 4.9.2018.
18. Koivuniemi, Antti 2014. Kaukolämpöakun kannattavuus yhdistetyssä sähkön- ja lämmön- tuotannossa. Diplomityö. Lappeenranta: Lappeenrannan yliopisto, Tuotantotalous. Saatavissa: [http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/102224/Koivuniemi\\_Kaukol%E4mp%E6akun\\_kannattavuus\\_yhdistetyss%E4\\_s%E4hk%E6n-ja\\_l%E4mm%E6ntuotannossa.pdf?sequence=2](http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/102224/Koivuniemi_Kaukol%E4mp%E6akun_kannattavuus_yhdistetyss%E4_s%E4hk%E6n-ja_l%E4mm%E6ntuotannossa.pdf?sequence=2). Hakupäivä 4.9.2018.
19. Elimar, Frank – Mauthner, Franz – Fischer, Stephan 2015. Overheating prevention and stagnation handling in solar process heat applications. IAE SHC. Saatavissa: [https://www.iea-shc.org/data/sites/1/publications/IEA%20Task%2049\\_Deliverable%20A1\\_Frank\\_OverheatingStagnationReport\\_approved\\_v-2-3.pdf](https://www.iea-shc.org/data/sites/1/publications/IEA%20Task%2049_Deliverable%20A1_Frank_OverheatingStagnationReport_approved_v-2-3.pdf). Hakupäivä: 4.9.2018.
20. Country and region maps. 2017. Photovoltaic geographical information system. Saatavissa: [http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_download/map\\_index.html](http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_download/map_index.html). Hakupäivä 5.9.2018.

## LIITELUETTELO

- LIITE 1. Järjestelmän kokonaistuotto 250 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 2. Tuotto tammikuussa 250 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 3. Tuotto helmikuussa 250 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 4. Tuotto maaliskuussa 250 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 5. Tuotto huhtikuussa 250 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 6. Tuotto toukokuussa 250 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 7. Tuotto kesäkuussa 250 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 8. Tuotto heinäkuussa 250 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 9. Tuotto elokuussa 250 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 10. Tuotto syyskuussa 250 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 11. Tuotto lokakuussa 250 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 12. Tuotto marraskuussa 250 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 13. Tuotto joulukuussa 250 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 14. Järjestelmän kokonaistuotto 300 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 15. Tuotto tammikuussa 300 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 16. Tuotto helmikuussa 300 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 17. Tuotto maaliskuussa 300 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 18. Tuotto huhtikuussa 300 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 19. Tuotto toukokuussa 300 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 20. Tuotto kesäkuussa 300 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 21. Tuotto heinäkuussa 300 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 22. Tuotto elokuussa 300 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 23. Tuotto syyskuussa 300 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 24. Tuotto lokakuussa 300 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 25. Tuotto marraskuussa 300 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 26. Tuotto joulukuussa 300 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 27. Järjestelmän kokonaistuotto 350 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 28. Tuotto tammikuussa 350 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 29. Tuotto helmikuussa 350 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 30. Tuotto maaliskuussa 350 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 31. Tuotto huhtikuussa 350 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla

- LIITE 32. Tuotto toukokuussa 350 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 33. Tuotto kesäkuussa 350 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 34. Tuotto heinäkuussa 350 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 35. Tuotto elokuussa 350 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 36. Tuotto syyskuussa 350 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 37. Tuotto lokakuussa 350 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 38. Tuotto marraskuussa 350 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 39. Tuotto joulukuussa 350 m<sup>2</sup> keräinpinta-alalla
- LIITE 40. Mitoitus kesäkuun minimikulutuksen mukaan 1. päivä (300 m<sup>2</sup>)
- LIITE 41. Mitoitus kesäkuun minimikulutuksen mukaan 2. päivä (300 m<sup>2</sup>)
- LIITE 42. Mitoitus kesäkuun minimikulutuksen mukaan 3. päivä (300 m<sup>2</sup>)
- LIITE 43. Mitoitus heinäkuun minimikulutuksen mukaan 1. päivä (300 m<sup>2</sup>)
- LIITE 44. Mitoitus heinäkuun minimikulutuksen mukaan 2. päivä (300 m<sup>2</sup>)
- LIITE 45. Mitoitus heinäkuun minimikulutuksen mukaan 3. päivä (300 m<sup>2</sup>)
- LIITE 46. Mitoitus kesäkuun minimikulutuksen mukaan 1. päivä (350 m<sup>2</sup>)
- LIITE 47. Mitoitus kesäkuun minimikulutuksen mukaan 2. päivä (350 m<sup>2</sup>)
- LIITE 48. Mitoitus kesäkuun minimikulutuksen mukaan 3. päivä (350 m<sup>2</sup>)
- LIITE 49. Mitoitus heinäkuun minimikulutuksen mukaan 1. päivä (350 m<sup>2</sup>)
- LIITE 50. Mitoitus heinäkuun minimikulutuksen mukaan 2. päivä (350 m<sup>2</sup>)
- LIITE 51. Mitoitus heinäkuun minimikulutuksen mukaan 3. päivä (350 m<sup>2</sup>)

JÄRJESTELMÄN KOKONAISTUOTTO 250 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

LIITE 1

Savo Solar Savo 15G keräin									
Keräin pinta-ala	A	250	m <sup>2</sup>						
Keräinten hyötysuhde	$\eta_0$	0,874							
Lämpöhäviötermi	a <sub>1</sub>	3,16	W/m <sup>2</sup>						
Lämpöhäviötermi	a <sub>2</sub>	0,0098	W/m <sup>2</sup>						
Keräinten lämpötila	T <sub>k</sub>	65	°C						
Keräinten menolämpötila	T <sub>m</sub>	80	°C						
Keräinten paluulämpötila	T <sub>p</sub>	50	°C						
Lämpöhäviöt	f <sub>p</sub>	0,97							
Mitoituksesta syntyvät häviöt	f <sub>0</sub>	0,95							
Muut häviöt	f <sub>0</sub>	0,95							
	G-Säteily pinta-ala kohti(kWh)	Gc-säteily pinta-ala kohti (MWh)	Keräinten tuotto G- säteily (MWh)	Keräinten tuotto Gc- säteily (MWh)	G-säteilyn hyötysuhde $\eta$	Gc-säteilyn hyötysuhde $\eta$	Verkon kulutus (MWh)	Keräinten osuus koko lämmöntuotannosta	
Tammikuu	4,91	12,94	0,00	3,32	0,000	0,256	269,98	0,00 %	
Helmikuu	12,71	29,68	1,40	13,00	0,110	0,438	159,11	0,88 %	
Maaliskuu	24,47	51,68	6,25	26,02	0,255	0,503	151,99	4,11 %	
Huhtikuu	36,82	60,97	10,91	29,04	0,296	0,476	92,48	11,80 %	
Toukokuu	40,92	66,05	13,31	33,28	0,325	0,504	71,10	18,73 %	
Kesäkuu	39,97	63,84	12,95	32,07	0,324	0,502	53,73	24,11 %	
Heinäkuu	40,24	65,53	14,26	34,56	0,354	0,527	37,00	38,54 %	
Elokuu	30,46	58,22	8,07	29,11	0,265	0,500	45,34	17,79 %	
Syyskuu	19,73	47,81	5,42	26,21	0,275	0,548	70,28	7,72 %	
Lokakuu	10,90	39,73	0,24	19,81	0,022	0,499	97,62	0,24 %	
Marraskuu	4,37	19,46	0,00	7,70	0,000	0,396	162,39	0,00 %	
Joulukuu	2,93	7,94	0,00	0,83	0,000	0,104	174,22	0,00 %	
<b>Yhteensä (MWh)</b>	<b>268,43</b>	<b>523,83</b>	<b>72,82</b>	<b>254,95</b>	<b>0,271</b>	<b>0,487</b>	<b>1385,22</b>	<b>5,26 %</b>	

TUOTTO TAMMIKUUSSA 250 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

LIITE 2

Tuotto tammikuussa 250m2 keräin pinta-alalla								
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G- säteily	Hyötysuhde Gc- säteily
0:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
1:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
2:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
3:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
4:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
5:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
6:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
7:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
8:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
9:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
10:00	100	17	262	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
11:00	148	26	391	-13,4	0,00	34,85	0,00 %	35,65 %
12:00	162	29	429	-13,4	0,00	42,12	0,00 %	39,27 %
13:00	139	24	366	-13,4	0,00	30,07	0,00 %	32,86 %
14:00	85	14	222	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
15:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
16:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
17:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
18:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
19:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
20:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
21:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
22:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
23:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
Yhteensä (Wh/m2)	634	110	1670		0,00	107,03	0,00 %	25,64 %
Yhteensä (kWh/m2)	0,634	0,11	1,67					
Yhteensä (kWh/m2,kk)	19,654	3,41	51,77					

TUOTTO HELMIKUUSSA 250 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Tuotto helmikuussa 250m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla								
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G- säteily	Hyötysuhde Gc- säteily
0:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
1:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
2:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
3:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
4:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
5:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
6:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
7:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
8:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
9:00	124	39	280	-3,9	0,00	10,05	0,00 %	14,36 %
10:00	221	68	512	-3,9	0,00	54,43	0,00 %	42,52 %
11:00	282	79	665	-3,9	10,43	83,69	14,80 %	50,34 %
12:00	312	84	739	-3,9	16,17	97,85	20,73 %	52,96 %
13:00	308	83	728	-3,9	15,41	95,74	20,01 %	52,61 %
14:00	270	76	634	-3,9	8,14	77,76	12,06 %	49,06 %
15:00	201	64	462	-3,9	0,00	44,86	0,00 %	38,84 %
16:00	98	31	220	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
17:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
18:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
19:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
20:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
21:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
22:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
23:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	1816	524	4240		50,15	464,39	11,05 %	43,81 %
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	1,816	0,524	4,24					
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	50,848	14,672	118,72					

TUOTTO MAALISKUUSSA 250 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Tuotto maaliskuussa 250m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G-säteily	Hyötysuhde G-säteily	
0:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
1:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
2:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
3:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
4:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
5:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
6:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
7:00	50	30	72	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
8:00	155	70	294	-1,8	0,00	14,66	0,00 %	19,94 %	
9:00	257	97	530	-1,8	7,58	59,80	11,80 %	45,13 %	
10:00	341	116	733	-1,8	23,65	98,63	27,74 %	53,82 %	
11:00	400	129	877	-1,8	34,93	126,17	34,93 %	57,55 %	
12:00	428	134	948	-1,8	40,29	139,75	37,65 %	58,97 %	
13:00	424	133	938	-1,8	39,52	137,84	37,29 %	58,78 %	
14:00	388	126	848	-1,8	32,64	120,63	33,65 %	56,90 %	
15:00	322	112	687	-1,8	20,01	89,83	24,86 %	52,30 %	
16:00	233	91	472	-1,8	2,99	48,71	5,13 %	41,28 %	
17:00	129	62	234	-1,8	0,00	3,18	0,00 %	5,44 %	
18:00	31	22	36	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
19:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
20:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
21:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
22:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
23:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	3158	1122	6669		201,61	839,20	25,54 %	50,33 %	
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	3,158	1,122	6,669						
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	97,898	34,782	206,739						



TUOTTO HUHTIKUUSSA 250 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Tuotto huhtikuussa 250m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G- säteily	Hyötysuhde Gc- säteily	
0:00	0	0	0	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
1:00	0	0	0	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
2:00	0	0	0	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
3:00	0	0	0	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
4:00	0	0	0	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
5:00	34	33	14	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
6:00	88	61	84	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
7:00	212	98	307	3	0,00	7,60	0,00 %	9,90 %	
8:00	338	129	545	3	13,53	53,12	16,01 %	38,99 %	
9:00	448	151	761	3	34,57	94,44	30,87 %	49,64 %	
10:00	531	166	930	3	50,45	126,77	38,00 %	54,52 %	
11:00	581	174	1030	3	60,01	145,90	41,32 %	56,66 %	
12:00	595	176	1060	3	62,69	151,63	42,14 %	57,22 %	
13:00	572	172	1010	3	58,29	142,07	40,76 %	56,27 %	
14:00	513	163	893	3	47,00	119,69	36,65 %	53,61 %	
15:00	422	146	711	3	29,60	84,88	28,05 %	47,75 %	
16:00	307	122	487	3	7,60	42,03	9,90 %	34,52 %	
17:00	180	89	248	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
18:00	60	51	37	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
19:00	28	27	12	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
20:00	0	0	0	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
21:00	0	0	0	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
22:00	0	0	0	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
23:00	0	0	0	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	4909	1758	8129		363,74	968,13	29,64 %	47,64 %	
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	4,909	1,758	8,129						
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	147,27	52,74	243,87						

TUOTTO TOUKOKUUSSA 250 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Tuotto toukokuussa 250m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G-säteily	Hyötysuhde Gc-säteily	
0:00	0	0	0	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
1:00	0	0	0	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
2:00	0	0	0	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
3:00	23	22	12	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
4:00	46	45	24	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
5:00	70	68	36	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
6:00	138	94	144	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
7:00	248	127	357	10,5	3,38	24,23	5,44 %	27,14 %	
8:00	357	153	576	10,5	24,23	66,12	27,14 %	45,91 %	
9:00	451	172	773	10,5	42,21	103,80	37,43 %	53,71 %	
10:00	523	184	926	10,5	55,98	133,06	42,81 %	57,48 %	
11:00	566	191	1020	10,5	64,20	151,04	45,37 %	59,23 %	
12:00	578	192	1050	10,5	66,50	156,78	46,02 %	59,73 %	
13:00	558	190	1000	10,5	62,67	147,22	44,93 %	58,89 %	
14:00	507	182	893	10,5	52,92	126,75	41,75 %	56,78 %	
15:00	430	168	727	10,5	38,19	95,00	35,52 %	52,27 %	
16:00	331	147	523	10,5	19,25	55,98	23,27 %	42,81 %	
17:00	220	119	302	10,5	0,00	13,70	0,00 %	18,15 %	
18:00	111	86	95	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
19:00	65	63	34	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
20:00	40	39	21	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
21:00	18	17	9	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
22:00	0	0	0	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
23:00	0	0	0	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	5280	2259	8522		429,51	1073,68	32,54 %	50,40 %	
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	5,28	2,259	8,522						
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	163,68	70,029	264,182						

TUOTTO KESÄKUUSSA 250 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Tuotto kesäkuussa 250m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G-säteily	Hyötysuhde Gc-säteily	
0:00	0	0	0	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
1:00	0	0	0	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
2:00	22	22	14	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
3:00	41	40	25	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
4:00	63	62	39	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
5:00	86	84	53	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
6:00	155	109	170	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
7:00	255	138	368	13,4	7,38	28,99	11,58 %	31,52 %	
8:00	352	162	572	13,4	25,93	68,02	29,47 %	47,56 %	
9:00	437	180	754	13,4	42,19	102,83	38,62 %	54,55 %	
10:00	502	191	897	13,4	54,63	130,18	43,53 %	58,05 %	
11:00	541	197	984	13,4	62,09	146,82	45,90 %	59,68 %	
12:00	552	198	1010	13,4	64,19	151,80	46,51 %	60,12 %	
13:00	534	196	968	13,4	60,75	143,76	45,50 %	59,41 %	
14:00	488	189	866	13,4	51,95	124,25	42,58 %	57,39 %	
15:00	418	176	712	13,4	38,56	94,80	36,90 %	53,26 %	
16:00	329	157	522	13,4	21,53	58,45	26,18 %	44,79 %	
17:00	230	131	317	13,4	2,60	19,24	4,52 %	24,28 %	
18:00	132	101	124	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
19:00	80	78	49	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
20:00	58	56	35	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
21:00	36	35	22	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
22:00	18	18	11	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
23:00	0	0	0	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	5329	2520	8512		431,80	1069,14	32,41 %	50,24 %	
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	5,329	2,52	8,512						
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	159,87	75,6	255,36						

TUOTTO HEINÄKUUSSA 250 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Tuotto heinäkuussa 250m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G-säteily	Hyötysuhde Gc-säteily	
0:00	0	0	0	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
1:00	0	0	0	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
2:00	0	0	0	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
3:00	23	23	13	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
4:00	45	44	25	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
5:00	69	67	38	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
6:00	100	87	66	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
7:00	198	120	257	17,4	0,09	11,38	0,19 %	17,71 %	
8:00	299	148	468	17,4	19,41	51,74	25,97 %	44,22 %	
9:00	393	170	669	17,4	37,39	90,19	38,06 %	53,92 %	
10:00	469	184	839	17,4	51,93	122,71	44,29 %	58,50 %	
11:00	521	193	958	17,4	61,88	145,47	47,51 %	60,74 %	
12:00	546	197	1020	17,4	66,66	157,33	48,84 %	61,70 %	
13:00	543	196	1010	17,4	66,09	155,41	48,68 %	61,55 %	
14:00	511	191	934	17,4	59,97	140,88	46,94 %	60,33 %	
15:00	452	181	801	17,4	48,68	115,44	43,08 %	57,65 %	
16:00	371	165	621	17,4	33,19	81,01	35,78 %	52,18 %	
17:00	274	142	415	17,4	14,63	41,60	21,36 %	40,10 %	
18:00	172	112	206	17,4	0,00	1,62	0,00 %	3,15 %	
19:00	86	84	48	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
20:00	63	61	35	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
21:00	39	38	22	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
22:00	18	18	10	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
23:00	0	0	0	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	5,192	2,421	8,455		459,92	1114,77	35,43 %	52,74 %	
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	5,192	2,421	8,455						
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	160,952	75,051	262,105						

TUOTTO ELOKUUSSA 250 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Tuotto elokuussa 250m2 keräin pinta-alalla									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily		Hyötysuhde G- säteily	Hyötysuhde Gc- säteily
						(kW)			
0:00	0	0	0	13,7	0,00		0,00	0,00 %	0,00 %
1:00	0	0	0	13,7	0,00		0,00	0,00 %	0,00 %
2:00	0	0	0	13,7	0,00		0,00	0,00 %	0,00 %
3:00	0	0	0	13,7	0,00		0,00	0,00 %	0,00 %
4:00	0	0	0	13,7	0,00		0,00	0,00 %	0,00 %
5:00	34	33	22	13,7	0,00	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
6:00	61	59	39	13,7	0,00	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
7:00	138	93	193	13,7	0,00	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
8:00	226	123	396	13,7	2,11		34,62	3,73 %	34,97 %
9:00	309	147	598	13,7	17,98		73,26	23,28 %	49,01 %
10:00	377	164	772	13,7	30,99		106,55	32,88 %	55,21 %
11:00	425	174	895	13,7	40,17		130,07	37,81 %	58,13 %
12:00	448	178	956	13,7	44,57		141,74	39,80 %	59,31 %
13:00	444	178	947	13,7	43,81		140,02	39,46 %	59,14 %
14:00	415	172	870	13,7	38,26		125,29	36,88 %	57,61 %
15:00	362	160	732	13,7	28,12		98,89	31,07 %	54,04 %
16:00	289	142	549	13,7	14,16		63,89	19,59 %	46,55 %
17:00	204	116	344	13,7	0,00		24,68	0,00 %	28,69 %
18:00	117	85	147	13,7	0,00		0,00	0,00 %	0,00 %
19:00	54	53	35	13,7	0,00		0,00	0,00 %	0,00 %
20:00	27	26	17	13,7	0,00		0,00	0,00 %	0,00 %
21:00	0	0	0	13,7	0,00		0,00	0,00 %	0,00 %
22:00	0	0	0	13,7	0,00		0,00	0,00 %	0,00 %
23:00	0	0	0	13,7	0,00		0,00	0,00 %	0,00 %
Yhteensä (Wh/m2)	3930	1903	7512		260,16		939,02	26,48 %	50,00 %
Yhteensä (kWh/m2)	3,93	1,903	7,512						
Yhteensä (kWh/m2, kk)	121,83	58,993	232,872						

TUOTTO SYYSKUUSSA 250 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Tuotto syyskuussa 250m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G- säteily	Hyötysuhde Gc- säteily	
	0:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
	1:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
	2:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
	3:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
	4:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
	5:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
	6:00	32	28	29	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
	7:00	99	60	191	10,1	0,00	5,53	0,00 %	11,57 %
	8:00	176	87	400	10,1	2,66	45,50	6,04 %	45,50 %
	9:00	246	107	602	10,1	16,05	84,14	26,09 %	55,91 %
	10:00	300	121	764	10,1	26,38	115,13	35,17 %	60,28 %
	11:00	333	129	864	10,1	32,69	134,26	39,26 %	62,16 %
	12:00	342	131	892	10,1	34,41	139,61	40,24 %	62,61 %
	13:00	327	127	845	10,1	31,54	130,62	38,58 %	61,83 %
	14:00	288	118	728	10,1	24,08	108,24	33,44 %	59,47 %
	15:00	230	103	555	10,1	12,99	75,15	22,58 %	54,16 %
	16:00	157	80	347	10,1	0,00	35,37	0,00 %	40,77 %
	17:00	81	52	143	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
	18:00	20	20	14	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
	19:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
	20:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
	21:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
	22:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
	23:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	2631	1163	6374			180,78	873,55	27,48 %	54,82 %
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	2,631	1,163	6,374						
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	78,93	34,89	191,22						

Tuotto lokakuussa 250m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G- säteily	Hyötysuhde Gc- säteily	
0:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
1:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
2:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
3:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
4:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
5:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
6:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
7:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
8:00	47	23	144	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
9:00	111	48	385	3,3	0,00	36,67	0,00 %	38,10 %	
10:00	161	63	590	3,3	0,00	75,88	0,00 %	51,44 %	
11:00	196	72	735	3,3	0,52	103,62	1,05 %	56,39 %	
12:00	213	76	806	3,3	3,77	117,20	7,08 %	58,16 %	
13:00	211	76	796	3,3	3,39	115,28	6,42 %	57,93 %	
14:00	189	70	706	3,3	0,00	98,07	0,00 %	55,56 %	
15:00	150	60	543	3,3	0,00	66,89	0,00 %	49,27 %	
16:00	96	44	327	3,3	0,00	25,57	0,00 %	31,28 %	
17:00	33	17	95	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
18:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
19:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
20:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
21:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
22:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
23:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	1407	549	5127		7,67	639,18	2,18 %	49,87 %	
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	1,407	0,549	5,127						
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	43,617	17,019	158,937						

TUOTTO MARRASKUUSSA 250 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Tuotto marraskuussa 250m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla								
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G- säteily	Hyötysuhde Gc- säteily
0:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
1:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
2:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
3:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
4:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
5:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
6:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
7:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
8:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
9:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
10:00	69	20	303	-3,1	0,00	18,02	0,00 %	23,78 %
11:00	107	30	478	-3,1	0,00	51,49	0,00 %	43,09 %
12:00	126	36	567	-3,1	0,00	68,51	0,00 %	48,33 %
13:00	124	36	556	-3,1	0,00	66,41	0,00 %	47,78 %
14:00	99	28	440	-3,1	0,00	44,22	0,00 %	40,20 %
15:00	57	16	250	-3,1	0,00	7,88	0,00 %	12,61 %
16:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
17:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
18:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
19:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
20:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
21:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
22:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
23:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	582	166	2594		0,00	256,53	0,00 %	39,56 %
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	0,582	0,166	2,594					
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	17,46	4,98	77,82					



Tuotto joulukuussa 250m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla								
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G- säteily	Hyötysuhde Gc- säteily
0:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
1:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
2:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
3:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
4:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
5:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
6:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
7:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
8:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
9:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
10:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
11:00	84	9	227	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
12:00	112	12	305	-4,2	0,00	14,56	0,00 %	19,09 %
13:00	108	12	292	-4,2	0,00	12,07	0,00 %	16,53 %
14:00	74	8	200	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
15:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
16:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
17:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
18:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
19:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
20:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
21:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
22:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
23:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	378	41	1024		0,00	26,63	0,00 %	10,40 %
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	0,378	0,041	1,024					
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	11,718	1,271	31,744					

JÄRJESTELMÄN KOKONAISTUOTTO 300 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Savo Solar Savo 15G Keräin									
Keräin pinta-ala	A		300 m <sup>2</sup>						
Keräinten hyötysuhde	$\eta_0$		0,874						
Lämpöhäviötermi	$a_1$		3,16 W/m <sup>2</sup>						
Lämpöhäviötermi	$a_2$		0,0098 W/m <sup>2</sup>						
Keräinten lämpötila	$T_k$		65 °C						
Keräinten menolämpötila	$T_m$		80 °C						
Keräinten paluulämpötila	$T_p$		50 °C						
Lämpöhäviöt	$f_p$		0,97						
Mitoituksesta syntyvät häviöt	$f_u$		0,95						
Muut häviöt	$f_o$		0,95						
					</				

TUOTTO TAMMIKUUSSA 300 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Tuotto tammikuussa 300m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla										
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G- säteily	Hyötysuhde Gc- säteily		
0:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %		
1:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %		
2:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %		
3:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %		
4:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %		
5:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %		
6:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %		
7:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %		
8:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %		
9:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %		
10:00	100	17	262	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %		
11:00	148	26	391	-13,4	0,00	41,82	0,00 %	35,65 %		
12:00	162	29	429	-13,4	0,00	50,54	0,00 %	39,27 %		
13:00	139	24	366	-13,4	0,00	36,08	0,00 %	32,86 %		
14:00	85	14	222	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %		
15:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %		
16:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %		
17:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %		
18:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %		
19:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %		
20:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %		
21:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %		
22:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %		
23:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %		
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	634	110	1670		0,00	128,44	0,00 %	25,64 %		
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	0,634	0,11	1,67							
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	19,654	3,41	51,77							

TUOTTO HELMIKUUSSA 300 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Tuotto helmikuussa 300m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G- säteily	Hyötysuhde Gc- säteily	
0:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
1:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
2:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
3:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
4:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
5:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
6:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
7:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
8:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
9:00	124	39	280	-3,9	0,00	12,06	0,00 %	14,36 %	
10:00	221	68	512	-3,9	0,00	65,31	0,00 %	42,52 %	
11:00	282	79	665	-3,9	12,52	100,43	14,80 %	50,34 %	
12:00	312	84	739	-3,9	19,41	117,42	20,73 %	52,96 %	
13:00	308	83	728	-3,9	18,49	114,89	20,01 %	52,61 %	
14:00	270	76	634	-3,9	9,77	93,32	12,06 %	49,06 %	
15:00	201	64	462	-3,9	0,00	53,84	0,00 %	38,84 %	
16:00	98	31	220	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
17:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
18:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
19:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
20:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
21:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
22:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
23:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	1816	524	4240		60,18	557,27	11,05 %	43,81 %	
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	1,816	0,524	4,24						
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	50,848	14,672	118,72						

TUOTTO MAALISKUUSSA 300 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Tuotto maaliskuussa 300m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G- säteily	Hyötysuhde Gc- säteily	
0:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
1:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
2:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
3:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
4:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
5:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
6:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
7:00	50	30	72	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
8:00	155	70	294	-1,8	0,00	17,59	0,00 %	19,94 %	
9:00	257	97	530	-1,8	9,10	71,76	11,80 %	45,13 %	
10:00	341	116	733	-1,8	28,38	118,36	27,74 %	53,82 %	
11:00	400	129	877	-1,8	41,92	151,41	34,93 %	57,55 %	
12:00	428	134	948	-1,8	48,35	167,71	37,65 %	58,97 %	
13:00	424	133	938	-1,8	47,43	165,41	37,29 %	58,78 %	
14:00	388	126	848	-1,8	39,17	144,75	33,65 %	56,90 %	
15:00	322	112	687	-1,8	24,02	107,80	24,86 %	52,30 %	
16:00	233	91	472	-1,8	3,59	58,45	5,13 %	41,28 %	
17:00	129	62	234	-1,8	0,00	3,82	0,00 %	5,44 %	
18:00	31	22	36	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
19:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
20:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
21:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
22:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
23:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	3158	1122	6669		241,94	1007,04	25,54 %	50,33 %	
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	3,158	1,122	6,669						
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	97,898	34,782	206,739						

TUOTTO HUHTIKUUSSA 300 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Tuotto huhtikuussa 300m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G- säteily	Hyötysuhde Gc- säteily	
0:00	0	0	0	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
1:00	0	0	0	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
2:00	0	0	0	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
3:00	0	0	0	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
4:00	0	0	0	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
5:00	34	33	14	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
6:00	88	61	84	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
7:00	212	98	307	3	0,00	9,12	0,00 %	9,90 %	
8:00	338	129	545	3	16,24	63,75	16,01 %	38,99 %	
9:00	448	151	761	3	41,48	113,33	30,87 %	49,64 %	
10:00	531	166	930	3	60,54	152,12	38,00 %	54,52 %	
11:00	581	174	1030	3	72,01	175,08	41,32 %	56,66 %	
12:00	595	176	1060	3	75,23	181,96	42,14 %	57,22 %	
13:00	572	172	1010	3	69,95	170,48	40,76 %	56,27 %	
14:00	513	163	893	3	56,40	143,63	36,65 %	53,61 %	
15:00	422	146	711	3	35,52	101,85	28,05 %	47,75 %	
16:00	307	122	487	3	9,12	50,44	9,90 %	34,52 %	
17:00	180	89	248	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
18:00	60	51	37	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
19:00	28	27	12	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
20:00	0	0	0	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
21:00	0	0	0	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
22:00	0	0	0	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
23:00	0	0	0	3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	4909	1758	8129		436,49	1161,76	29,64 %	47,64 %	
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	4,909	1,758	8,129						
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	147,27	52,74	243,87						

TUOTTO TOUKOKUUSSA 300 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Tuotto toukokuussa 300m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G-säteily	Hyötysuhde Gc-säteily	
0:00	0	0	0	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
1:00	0	0	0	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
2:00	0	0	0	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
3:00	23	22	12	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
4:00	46	45	24	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
5:00	70	68	36	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
6:00	138	94	144	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
7:00	248	127	357	10,5	4,05	29,07	5,44 %	27,14 %	
8:00	357	153	576	10,5	29,07	79,34	27,14 %	45,91 %	
9:00	451	172	773	10,5	50,65	124,56	37,43 %	53,71 %	
10:00	523	184	926	10,5	67,17	159,68	42,81 %	57,48 %	
11:00	566	191	1020	10,5	77,04	181,25	45,37 %	59,23 %	
12:00	578	192	1050	10,5	79,80	188,14	46,02 %	59,73 %	
13:00	558	190	1000	10,5	75,21	176,66	44,93 %	58,89 %	
14:00	507	182	893	10,5	63,50	152,10	41,75 %	56,78 %	
15:00	430	168	727	10,5	45,83	114,00	35,52 %	52,27 %	
16:00	331	147	523	10,5	23,10	67,17	23,27 %	42,81 %	
17:00	220	119	302	10,5	0,00	16,45	0,00 %	18,15 %	
18:00	111	86	95	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
19:00	65	63	34	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
20:00	40	39	21	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
21:00	18	17	9	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
22:00	0	0	0	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
23:00	0	0	0	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	5280	2259	8522		515,42	1288,42	32,54 %	50,40 %	
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	5,28	2,259	8,522						
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	163,68	70,029	264,182						

TUOTTO KESÄKUUSSA 300 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Tuotto kesäkuussa 300m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G-säteily	Hyötysuhde Gc-säteily	
0:00	0	0	0	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
1:00	0	0	0	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
2:00	22	22	14	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
3:00	41	40	25	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
4:00	63	62	39	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
5:00	86	84	53	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
6:00	155	109	170	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
7:00	255	138	368	13,4	8,86	34,79	11,58 %	31,52 %	
8:00	352	162	572	13,4	31,12	81,62	29,47 %	47,56 %	
9:00	437	180	754	13,4	50,63	123,39	38,62 %	54,55 %	
10:00	502	191	897	13,4	65,55	156,22	43,53 %	58,05 %	
11:00	541	197	984	13,4	74,50	176,19	45,90 %	59,68 %	
12:00	552	198	1010	13,4	77,03	182,16	46,51 %	60,12 %	
13:00	534	196	968	13,4	72,90	172,52	45,50 %	59,41 %	
14:00	488	189	866	13,4	62,34	149,10	42,58 %	57,39 %	
15:00	418	176	712	13,4	46,27	113,75	36,90 %	53,26 %	
16:00	329	157	522	13,4	25,84	70,14	26,18 %	44,79 %	
17:00	230	131	317	13,4	3,12	23,09	4,52 %	24,28 %	
18:00	132	101	124	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
19:00	80	78	49	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
20:00	58	56	35	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
21:00	36	35	22	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
22:00	18	18	11	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
23:00	0	0	0	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	5329	2520	8512		518,16	1282,97	32,41 %	50,24 %	
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	5,329	2,52	8,512						
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	159,87	75,6	255,36						



TUOTTO HEINÄKUUSSA 300 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Tuotto heinäkuussa 300m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G-säteily	Hyötysuhde Gc-säteily	
0:00	0	0	0	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
1:00	0	0	0	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
2:00	0	0	0	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
3:00	23	23	13	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
4:00	45	44	25	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
5:00	69	67	38	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
6:00	100	87	66	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
7:00	198	120	257	17,4	0,11	13,66	0,19 %	17,71 %	
8:00	299	148	468	17,4	23,30	62,09	25,97 %	44,22 %	
9:00	393	170	669	17,4	44,87	108,22	38,06 %	53,92 %	
10:00	469	184	839	17,4	62,32	147,25	44,29 %	58,50 %	
11:00	521	193	958	17,4	74,25	174,56	47,51 %	60,74 %	
12:00	546	197	1020	17,4	79,99	188,79	48,84 %	61,70 %	
13:00	543	196	1010	17,4	79,30	186,50	48,68 %	61,55 %	
14:00	511	191	934	17,4	71,96	169,05	46,94 %	60,33 %	
15:00	452	181	801	17,4	58,42	138,52	43,08 %	57,65 %	
16:00	371	165	621	17,4	39,82	97,21	35,78 %	52,18 %	
17:00	274	142	415	17,4	17,56	49,92	21,36 %	40,10 %	
18:00	172	112	206	17,4	0,00	1,95	0,00 %	3,15 %	
19:00	86	84	48	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
20:00	63	61	35	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
21:00	39	38	22	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
22:00	18	18	10	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
23:00	0	0	0	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	5192	2421	8455		551,90	1337,72	35,43 %	52,74 %	
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	5,192	2,421	8,455						
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	160,952	75,051	262,105						

TUOTTO ELOKUUSSA 300 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Tuotto elokuussa 300m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G-säteily	Hyötysuhde Gc-säteily	
0:00	0	0	0	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
1:00	0	0	0	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
2:00	0	0	0	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
3:00	0	0	0	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
4:00	0	0	0	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
5:00	34	33	22	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
6:00	61	59	39	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
7:00	138	93	193	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
8:00	226	123	396	13,7	2,53	41,55	3,73 %	34,97 %	
9:00	309	147	598	13,7	21,58	87,92	23,28 %	49,01 %	
10:00	377	164	772	13,7	37,19	127,85	32,88 %	55,21 %	
11:00	425	174	895	13,7	48,21	156,09	37,81 %	58,13 %	
12:00	448	178	956	13,7	53,48	170,09	39,80 %	59,31 %	
13:00	444	178	947	13,7	52,57	168,02	39,46 %	59,14 %	
14:00	415	172	870	13,7	45,91	150,35	36,88 %	57,61 %	
15:00	362	160	732	13,7	33,74	118,67	31,07 %	54,04 %	
16:00	289	142	549	13,7	16,99	76,67	19,59 %	46,55 %	
17:00	204	116	344	13,7	0,00	29,61	0,00 %	28,69 %	
18:00	117	85	147	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
19:00	54	53	35	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
20:00	27	26	17	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
21:00	0	0	0	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
22:00	0	0	0	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
23:00	0	0	0	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	3930	1903	7512		312,20	1126,82	26,48 %	50,00 %	
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	3,93	1,903	7,512						
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	121,83	58,993	232,872						

TUOTTO SYYSKUUSSA 300 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Tuotto syyskuussa 300m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G- säteily	Hyötysuhde Gc- säteily	
0:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
1:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
2:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
3:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
4:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
5:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
6:00	32	28	29	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
7:00	99	60	191	10,1	0,00	6,63	0,00 %	11,57 %	
8:00	176	87	400	10,1	3,19	54,60	6,04 %	45,50 %	
9:00	246	107	602	10,1	19,26	100,97	26,09 %	55,91 %	
10:00	300	121	764	10,1	31,65	138,16	35,17 %	60,28 %	
11:00	333	129	864	10,1	39,23	161,11	39,26 %	62,16 %	
12:00	342	131	892	10,1	41,29	167,54	40,24 %	62,61 %	
13:00	327	127	845	10,1	37,85	156,75	38,58 %	61,83 %	
14:00	288	118	728	10,1	28,90	129,89	33,44 %	59,47 %	
15:00	230	103	555	10,1	15,58	90,18	22,58 %	54,16 %	
16:00	157	80	347	10,1	0,00	42,44	0,00 %	40,77 %	
17:00	81	52	143	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
18:00	20	20	14	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
19:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
20:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
21:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
22:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
23:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	2631	1163	6374		216,94	1048,27	27,48 %	54,82 %	
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	2,631	1,163	6,374						
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	78,93	34,89	191,22						

Tuotto lokakuussa 300m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G- säteily	Hyötysuhde Gc- säteily	
0:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
1:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
2:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
3:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
4:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
5:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
6:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
7:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
8:00	47	23	144	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
9:00	111	48	385	3,3	0,00	44,00	0,00 %	38,10 %	
10:00	161	63	590	3,3	0,00	91,06	0,00 %	51,44 %	
11:00	196	72	735	3,3	0,62	124,34	1,05 %	56,39 %	
12:00	213	76	806	3,3	4,52	140,64	7,08 %	58,16 %	
13:00	211	76	796	3,3	4,06	138,34	6,42 %	57,93 %	
14:00	189	70	706	3,3	0,00	117,68	0,00 %	55,56 %	
15:00	150	60	543	3,3	0,00	80,27	0,00 %	49,27 %	
16:00	96	44	327	3,3	0,00	30,69	0,00 %	31,28 %	
17:00	33	17	95	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
18:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
19:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
20:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
21:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
22:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
23:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	1407	549	5127		9,20	767,02	2,18 %	49,87 %	
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	1,407	0,549	5,127						
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	43,617	17,019	158,937						

TUOTTO MARRASKUUSSA 300 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Tuotto marraskuussa 300m2 keräin pinta-alalla								
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G- säteily	Hyötysuhde Gc- säteily
0:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
1:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
2:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
3:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
4:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
5:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
6:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
7:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
8:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
9:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
10:00	69	20	303	-3,1	0,00	21,62	0,00 %	23,78 %
11:00	107	30	478	-3,1	0,00	61,79	0,00 %	43,09 %
12:00	126	36	567	-3,1	0,00	82,22	0,00 %	48,33 %
13:00	124	36	556	-3,1	0,00	79,69	0,00 %	47,78 %
14:00	99	28	440	-3,1	0,00	53,07	0,00 %	40,20 %
15:00	57	16	250	-3,1	0,00	9,45	0,00 %	12,61 %
16:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
17:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
18:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
19:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
20:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
21:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
22:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
23:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
Yhteensä ( Wh/m2)	582	166	2594		0,00	307,84	0,00 %	39,56 %
Yhteensä (kWh/m2)	0,582	0,166	2,594					
Yhteensä (kWh/m2, kk)	17,46	4,98	77,82					

Tuotto joulukuussa 300m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla								
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G- säteily	Hyötysuhde Gc- säteily
0:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
1:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
2:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
3:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
4:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
5:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
6:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
7:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
8:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
9:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
10:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
11:00	84	9	227	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
12:00	112	12	305	-4,2	0,00	17,47	0,00 %	19,09 %
13:00	108	12	292	-4,2	0,00	14,48	0,00 %	16,53 %
14:00	74	8	200	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
15:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
16:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
17:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
18:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
19:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
20:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
21:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
22:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
23:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	378	41	1024		0,00	31,95	0,00 %	10,40 %
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	0,378	0,041	1,024					
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	11,718	1,271	31,744					

JÄRJESTELMÄN KOKONAISTUOTTO 350 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Savo Solar Savo 15G keräin									
Keräin pinta-ala	A	350 m <sup>2</sup>							
Keräinten hyötysuhde	$\eta_0$	0,874							
Lämpöhäviötermi	$a_1$	3,16 W/m <sup>2</sup>							
Lämpöhäviötermi	$a_2$	0,0098 W/m <sup>2</sup>							
Keräinten lämpötila	$T_k$	65 °C							
Keräinten menolämpötila	$T_m$	80 °C							
Keräinten paluulämpötila	$T_p$	50 °C							
Lämpöhäviöt	$f_p$	0,97							
Mitoituksesta syntyvät häviöt	$f_u$	0,95							
Muut häviöt	$f_o$	0,95							
									</

Tuotto tammikuussa 350m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla								
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G- säteily	Hyötysuhde Gc- säteily
0:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
1:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
2:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
3:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
4:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
5:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
6:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
7:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
8:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
9:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
10:00	100	17	262	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
11:00	148	26	391	-13,4	0,00	48,79	0,00 %	35,65 %
12:00	162	29	429	-13,4	0,00	58,97	0,00 %	39,27 %
13:00	139	24	366	-13,4	0,00	42,09	0,00 %	32,86 %
14:00	85	14	222	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
15:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
16:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
17:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
18:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
19:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
20:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
21:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
22:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
23:00	0	0	0	-13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	634	110	1670		0,00	149,85	0,00 %	25,64 %
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	0,634	0,11	1,67					
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	19,654	3,41	51,77					



Tuotto helmikuussa 350m2 keräin pinta-alalla								
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G- säteily	Hyötysuhde Gc- säteily
0:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
1:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
2:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
3:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
4:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
5:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
6:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
7:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
8:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
9:00	124	39	280	-3,9	0,00	14,07	0,00 %	14,36 %
10:00	221	68	512	-3,9	0,00	76,20	0,00 %	42,52 %
11:00	282	79	665	-3,9	14,61	117,17	14,80 %	50,34 %
12:00	312	84	739	-3,9	22,64	136,99	20,73 %	52,96 %
13:00	308	83	728	-3,9	21,57	134,04	20,01 %	52,61 %
14:00	270	76	634	-3,9	11,39	108,87	12,06 %	49,06 %
15:00	201	64	462	-3,9	0,00	62,81	0,00 %	38,84 %
16:00	98	31	220	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
17:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
18:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
19:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
20:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
21:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
22:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
23:00	0	0	0	-3,9	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
Yhteensä (Wh/m2)	1816	524	4240		70,21	650,15	11,05 %	43,81 %
Yhteensä (kWh/m2)	1,816	0,524	4,24					
Yhteensä (kWh/m2,kk)	50,848	14,672	118,72					

TUOTTO MAALISKUUSSA 350 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Tuotto maaliskuussa 350m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G-säteily	Hyötysuhde G-säteily	
0:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
1:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
2:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
3:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
4:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
5:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
6:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
7:00	50	30	72	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
8:00	155	70	294	-1,8	0,00	20,52	0,00 %	19,94 %	
9:00	257	97	530	-1,8	10,61	83,72	11,80 %	45,13 %	
10:00	341	116	733	-1,8	33,11	138,08	27,74 %	53,82 %	
11:00	400	129	877	-1,8	48,91	176,64	34,93 %	57,55 %	
12:00	428	134	948	-1,8	56,40	195,66	37,65 %	58,97 %	
13:00	424	133	938	-1,8	55,33	192,98	37,29 %	58,78 %	
14:00	388	126	848	-1,8	45,69	168,88	33,65 %	56,90 %	
15:00	322	112	687	-1,8	28,02	125,76	24,86 %	52,30 %	
16:00	233	91	472	-1,8	4,18	68,19	5,13 %	41,28 %	
17:00	129	62	234	-1,8	0,00	4,45	0,00 %	5,44 %	
18:00	31	22	36	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
19:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
20:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
21:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
22:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
23:00	0	0	0	-1,8	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	3158	1422	6669		282,26	1174,88	25,54 %	50,33 %	
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	3,158	1,422	6,669						
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	97,898	34,782	206,739						

TUOTTO HUHTIKUUSSA 350 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Tuotto huhtikuussa 350m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoliman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G- säteily	Hyötysuhde Gc- säteily	
0:00	0	0	0		0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
1:00	0	0	0		0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
2:00	0	0	0		0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
3:00	0	0	0		0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
4:00	0	0	0		0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
5:00	34	33	14		0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
6:00	88	61	84		0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
7:00	212	98	307		0,00	10,64	0,00 %	9,90 %	
8:00	338	129	545		18,94	74,37	16,01 %	38,99 %	
9:00	448	151	761		48,40	132,22	30,87 %	49,64 %	
10:00	531	166	930		70,63	177,47	38,00 %	54,52 %	
11:00	581	174	1030		84,02	204,25	41,32 %	56,66 %	
12:00	595	176	1060		87,76	212,29	42,14 %	57,22 %	
13:00	572	172	1010		81,61	198,90	40,76 %	56,27 %	
14:00	513	163	893		65,81	167,57	36,65 %	53,61 %	
15:00	422	146	711		41,44	118,83	28,05 %	47,75 %	
16:00	307	122	487		10,64	58,84	9,90 %	34,52 %	
17:00	180	89	248		0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
18:00	60	51	37		0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
19:00	28	27	12		0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
20:00	0	0	0		0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
21:00	0	0	0		0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
22:00	0	0	0		0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
23:00	0	0	0		0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	4909	1758	8129		509,23	1355,39	29,64 %	47,64 %	
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	4,909	1,758	8,129						
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	147,27	52,74	243,87						

Tuotto toukokuussa 350m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla								
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G-säteily	Hyötysuhde Gc-säteily
0:00	0	0	0	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
1:00	0	0	0	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
2:00	0	0	0	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
3:00	23	22	12	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
4:00	46	45	24	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
5:00	70	68	36	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
6:00	138	94	144	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
7:00	248	127	357	10,5	4,73	33,92	5,44 %	27,14 %
8:00	357	153	576	10,5	33,92	92,56	27,14 %	45,91 %
9:00	451	172	773	10,5	59,09	145,32	37,43 %	53,71 %
10:00	523	184	926	10,5	78,37	186,29	42,81 %	57,48 %
11:00	566	191	1020	10,5	89,88	211,46	45,37 %	59,23 %
12:00	578	192	1050	10,5	93,10	219,50	46,02 %	59,73 %
13:00	558	190	1000	10,5	87,74	206,11	44,93 %	58,89 %
14:00	507	182	893	10,5	74,08	177,45	41,75 %	56,78 %
15:00	430	168	727	10,5	53,46	133,00	35,52 %	52,27 %
16:00	331	147	523	10,5	26,95	78,37	23,27 %	42,81 %
17:00	220	119	302	10,5	0,00	19,19	0,00 %	18,15 %
18:00	111	86	95	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
19:00	65	63	34	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
20:00	40	39	21	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
21:00	18	17	9	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
22:00	0	0	0	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
23:00	0	0	0	10,5	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	5280	2259	8522		601,32	1503,15	32,54 %	50,40 %
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	5,28	2,259	8,522					
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	163,68	70,029	264,182					

TUOTTO KESÄKUUSSA 350 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Tuotto kesäkuussa 350m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G-säteily	Hyötysuhde Gc-säteily	
0:00	0	0	0	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
1:00	0	0	0	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
2:00	22	22	14	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
3:00	41	40	25	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
4:00	63	62	39	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
5:00	86	84	53	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
6:00	155	109	170	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
7:00	255	138	368	13,4	10,33	40,59	11,58 %	31,52 %	
8:00	352	162	572	13,4	36,31	95,22	29,47 %	47,56 %	
9:00	437	180	754	13,4	59,07	143,96	38,62 %	54,55 %	
10:00	502	191	897	13,4	76,48	182,25	43,53 %	58,05 %	
11:00	541	197	984	13,4	86,92	205,55	45,90 %	59,68 %	
12:00	552	198	1010	13,4	89,87	212,52	46,51 %	60,12 %	
13:00	534	196	968	13,4	85,05	201,27	45,50 %	59,41 %	
14:00	488	189	866	13,4	72,73	173,95	42,58 %	57,39 %	
15:00	418	176	712	13,4	53,98	132,71	36,90 %	53,26 %	
16:00	329	157	522	13,4	30,15	81,83	26,18 %	44,79 %	
17:00	230	131	317	13,4	3,64	26,94	4,52 %	24,28 %	
18:00	132	101	124	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
19:00	80	78	49	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
20:00	58	56	35	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
21:00	36	35	22	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
22:00	18	18	11	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
23:00	0	0	0	13,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	5329	2520	8512		604,52	1496,80	32,41 %	50,24 %	
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	5,329	2,52	8,512						
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	159,87	75,6	255,36						

TUOTTO HEINÄKUUSSA 350 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Tuotto heinäkuussa 350m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G-säteily	Hyötysuhde Gc-säteily	
0:00	0	0	0	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
1:00	0	0	0	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
2:00	0	0	0	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
3:00	23	23	13	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
4:00	45	44	25	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
5:00	69	67	38	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
6:00	100	87	66	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
7:00	198	120	257	17,4	0,13	15,93	0,19 %	17,71 %	
8:00	299	148	468	17,4	27,18	72,44	25,97 %	44,22 %	
9:00	393	170	669	17,4	52,35	126,26	38,06 %	53,92 %	
10:00	469	184	839	17,4	72,70	171,79	44,29 %	58,50 %	
11:00	521	193	958	17,4	86,63	203,65	47,51 %	60,74 %	
12:00	546	197	1020	17,4	93,32	220,26	48,84 %	61,70 %	
13:00	543	196	1010	17,4	92,52	217,58	48,68 %	61,55 %	
14:00	511	191	934	17,4	83,95	197,23	46,94 %	60,33 %	
15:00	452	181	801	17,4	68,15	161,61	43,08 %	57,65 %	
16:00	371	165	621	17,4	46,46	113,41	35,78 %	52,18 %	
17:00	274	142	415	17,4	20,48	58,24	21,36 %	40,10 %	
18:00	172	112	206	17,4	0,00	2,27	0,00 %	3,15 %	
19:00	86	84	48	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
20:00	63	61	35	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
21:00	39	38	22	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
22:00	18	18	10	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
23:00	0	0	0	17,4	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	5,192	2,421	8,455		643,89	1560,67	35,43 %	52,74 %	
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	5,192	2,421	8,455						
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	160,952	75,051	262,105						

Tuotto elokuussa 350m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla								
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G-säteily	Hyötysuhde Gc-säteily
0:00	0	0	0	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
1:00	0	0	0	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
2:00	0	0	0	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
3:00	0	0	0	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
4:00	0	0	0	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
5:00	34	33	22	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
6:00	61	59	39	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
7:00	138	93	193	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
8:00	226	123	396	13,7	2,95	48,47	3,73 %	34,97 %
9:00	309	147	598	13,7	25,18	102,57	23,28 %	49,01 %
10:00	377	164	772	13,7	43,39	149,16	32,88 %	55,21 %
11:00	425	174	895	13,7	56,24	182,10	37,81 %	58,13 %
12:00	448	178	956	13,7	62,40	198,44	39,80 %	59,31 %
13:00	444	178	947	13,7	61,33	196,03	39,46 %	59,14 %
14:00	415	172	870	13,7	53,56	175,41	36,88 %	57,61 %
15:00	362	160	732	13,7	39,37	138,45	31,07 %	54,04 %
16:00	289	142	549	13,7	19,82	89,45	19,59 %	46,55 %
17:00	204	116	344	13,7	0,00	34,55	0,00 %	28,69 %
18:00	117	85	147	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
19:00	54	53	35	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
20:00	27	26	17	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
21:00	0	0	0	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
22:00	0	0	0	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
23:00	0	0	0	13,7	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	3930	1903	7512		364,23	1314,63	26,48 %	50,00 %
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	3,93	1,903	7,512					
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	121,83	58,993	232,872					

TUOTTO SYYSKUUSSA 350 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Tuotto syyskuussa 350m2 keräin pinta-alalla									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G- säteily	Hyötysuhde Gc- säteily	
0:00	0	0	0	10,1	0,00		0,00 %	0,00 %	
1:00	0	0	0	10,1	0,00		0,00 %	0,00 %	
2:00	0	0	0	10,1	0,00		0,00 %	0,00 %	
3:00	0	0	0	10,1	0,00		0,00 %	0,00 %	
4:00	0	0	0	10,1	0,00		0,00 %	0,00 %	
5:00	0	0	0	10,1	0,00		0,00 %	0,00 %	
6:00	32	28	29	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
7:00	99	60	191	10,1	0,00	7,74	0,00 %	11,57 %	
8:00	176	87	400	10,1	3,72	63,70	6,04 %	45,50 %	
9:00	246	107	602	10,1	22,46	117,80	26,09 %	55,91 %	
10:00	300	121	764	10,1	36,93	161,18	35,17 %	60,28 %	
11:00	333	129	864	10,1	45,76	187,96	39,26 %	62,16 %	
12:00	342	131	892	10,1	48,17	195,46	40,24 %	62,61 %	
13:00	327	127	845	10,1	44,16	182,87	38,58 %	61,83 %	
14:00	288	118	728	10,1	33,71	151,54	33,44 %	59,47 %	
15:00	230	103	555	10,1	18,18	105,21	22,58 %	54,16 %	
16:00	157	80	347	10,1	0,00	49,51	0,00 %	40,77 %	
17:00	81	52	143	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
18:00	20	20	14	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
19:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
20:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
21:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
22:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
23:00	0	0	0	10,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
Yhteensä (Wh/m2)	2631	1163	6374		253,09	1222,98	27,48 %	54,82 %	
Yhteensä (kWh/m2)	2,631	1,163	6,374						
Yhteensä (kWh/m2,kk)	78,93	34,89	191,22						



Tuotto lokakuussa 350m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G- säteily	Hyötysuhde Gc- säteily	
0:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
1:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
2:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
3:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
4:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
5:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
6:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
7:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
8:00	47	23	144	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
9:00	111	48	385	3,3	0,00	51,34	0,00 %	38,10 %	
10:00	161	63	590	3,3	0,00	106,23	0,00 %	51,44 %	
11:00	196	72	735	3,3	0,72	145,06	1,05 %	56,39 %	
12:00	213	76	806	3,3	5,28	164,08	7,08 %	58,16 %	
13:00	211	76	796	3,3	4,74	161,40	6,42 %	57,93 %	
14:00	189	70	706	3,3	0,00	137,30	0,00 %	55,56 %	
15:00	150	60	543	3,3	0,00	93,65	0,00 %	49,27 %	
16:00	96	44	327	3,3	0,00	35,80	0,00 %	31,28 %	
17:00	33	17	95	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
18:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
19:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
20:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
21:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
22:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
23:00	0	0	0	3,3	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	1407	549	5127		10,74	894,85	2,18 %	49,87 %	
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	1,407	0,549	5,127						
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	43,617	17,019	158,937						

TUOTTO MARRASKUUSSA 350 M<sup>2</sup> KERÄINPINTA-ALALLA

Tuotto marraskuussa 350m2 keräin pinta-alalla								
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G- säteily	Hyötysuhde Gc- säteily
0:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
1:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
2:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
3:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
4:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
5:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
6:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
7:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
8:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
9:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
10:00	69	20	303	-3,1	0,00	25,22	0,00 %	23,78 %
11:00	107	30	478	-3,1	0,00	72,09	0,00 %	43,09 %
12:00	126	36	567	-3,1	0,00	95,92	0,00 %	48,33 %
13:00	124	36	556	-3,1	0,00	92,97	0,00 %	47,78 %
14:00	99	28	440	-3,1	0,00	61,91	0,00 %	40,20 %
15:00	57	16	250	-3,1	0,00	11,03	0,00 %	12,61 %
16:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
17:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
18:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
19:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
20:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
21:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
22:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
23:00	0	0	0	-3,1	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
Yhteensä ( Wh/m2)	582	166	2594		0,00	359,15	0,00 %	39,56 %
Yhteensä (kWh/m2)	0,582	0,166	2,594					
Yhteensä (kWh/m2, kk)	17,46	4,98	77,82					

Tuotto joulukuussa 350m <sup>2</sup> keräin pinta-alalla								
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G-säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc-säteily (kW)	Hyötysuhde G- säteily	Hyötysuhde Gc- säteily
0:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
1:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
2:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
3:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
4:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
5:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
6:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
7:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
8:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
9:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
10:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
11:00	84	9	227	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
12:00	112	12	305	-4,2	0,00	20,38	0,00 %	19,09 %
13:00	108	12	292	-4,2	0,00	16,90	0,00 %	16,53 %
14:00	74	8	200	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
15:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
16:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
17:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
18:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
19:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
20:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
21:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
22:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
23:00	0	0	0	-4,2	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %
Yhteensä (Wh/m <sup>2</sup> )	378	41	1024		0,00	37,28	0,00 %	10,40 %
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> )	0,378	0,041	1,024					
Yhteensä (kWh/m <sup>2</sup> ,kk)	11,718	1,271	31,744					

MITOITUS KESÄKUUN MINIMIKULUTUKSEN MUKAAN 1.PÄIVÄ (300 M<sup>2</sup>)

LIITE 40

1.Päivä	300m <sup>2</sup>								
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho (G- säteily) (kW)	Keräimistä saatava teho (Gc- säteily) (kW)	Verkon kulutus (kW)	Tuoton ja kulutuksen suhde G-säteily (kW)	Tuoton ja kulutuksen suhde Gc-säteily (kW)
0:00	0	0	0	25	0,00	0,00	45,07	-45,07	-45,07
1:00	0	0	0	25	0,00	0,00	44,67	-44,67	-44,67
2:00	22	22	0	25	0,00	0,00	46,77	-46,77	-46,77
3:00	41	40	13	25	0,00	0,00	43,17	-43,17	-43,17
4:00	63	62	25	25	0,00	0,00	43,47	-43,47	-43,47
5:00	86	84	38	25	0,00	0,00	42,27	-42,27	-42,27
6:00	155	109	66	25	0,00	0,00	42,27	-42,27	-42,27
7:00	255	138	257	25	21,22	21,68	34,87	-13,65	-13,19
8:00	352	162	468	25	43,48	70,11	37,17	6,31	32,94
9:00	437	180	669	25	62,99	116,25	39,57	23,42	76,68
10:00	502	191	839	25	77,91	155,27	45,77	32,14	109,50
11:00	541	197	958	25	86,87	182,58	35,97	50,90	146,61
12:00	552	198	1020	25	89,39	196,81	38,27	51,12	158,54
13:00	534	196	1010	25	85,26	194,52	33,37	51,89	161,15
14:00	488	189	934	25	74,70	177,07	39,97	34,73	137,10
15:00	418	176	801	25	58,63	146,54	38,57	20,06	107,97
16:00	329	157	621	25	38,20	105,23	34,17	4,03	71,06
17:00	230	131	415	25	15,48	57,94	40,37	-24,89	17,57
18:00	132	101	206	25	0,00	9,97	40,27	-40,27	-30,30
19:00	80	78	48	25	0,00	0,00	40,87	-40,87	-40,87
20:00	58	56	35	25	0,00	0,00	43,77	-43,77	-43,77
21:00	36	35	22	25	0,00	0,00	37,17	-37,17	-37,17
22:00	18	18	10	25	0,00	0,00	42,37	-42,37	-42,37
23:00	0	0	0	25	0,00	0,00	43,77	-43,77	-43,77
					654,13	1433,97	973,98	-319,85	459,99

MITOITUS KESÄKUUN MINIMIKULUTUKSEN MUKAAN 2.PÄIVÄ (300 M<sup>2</sup>)

LIITE 41

2.Päivä	300m <sup>2</sup>								
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho (G- säteily) (kW)	Keräimistä saatava teho (Gc- säteily) (kW)	Verkon kulutus (kW)	Tuoton ja kulutuksen suhde G-säteily (kW)	Tuoton ja kulutuksen suhde Gc-säteily (kW)
0:00	0	0	0	25	0,00	0,00	44,87	-44,87	-44,87
1:00	0	0	0	25	0,00	0,00	42,57	-42,57	-42,57
2:00	22	22	0	25	0,00	0,00	47,67	-47,67	-47,67
3:00	41	40	13	25	0,00	0,00	38,07	-38,07	-38,07
4:00	63	62	25	25	0,00	0,00	56,57	-56,57	-56,57
5:00	86	84	38	25	0,00	0,00	42,07	-42,07	-42,07
6:00	155	109	66	25	0,00	0,00	39,87	-39,87	-39,87
7:00	255	138	257	25	21,22	21,68	34,87	-13,65	-13,19
8:00	352	162	468	25	43,48	70,11	47,27	-3,79	22,84
9:00	437	180	669	25	62,99	116,25	42,47	20,52	73,78
10:00	502	191	839	25	77,91	155,27	39,87	38,04	115,40
11:00	541	197	958	25	86,87	182,58	48,57	38,30	134,01
12:00	552	198	1020	25	89,39	196,81	43,87	45,52	152,94
13:00	534	196	1010	25	85,26	194,52	40,07	45,19	154,45
14:00	488	189	934	25	74,70	177,07	73,27	1,43	103,80
15:00	418	176	801	25	58,63	146,54	40,77	17,86	105,77
16:00	329	157	621	25	38,20	105,23	38,37	-0,17	66,86
17:00	230	131	415	25	15,48	57,94	37,77	-22,29	20,17
18:00	132	101	206	25	0,00	9,97	39,97	-39,97	-30,00
19:00	80	78	48	25	0,00	0,00	42,37	-42,37	-42,37
20:00	58	56	35	25	0,00	0,00	45,27	-45,27	-45,27
21:00	36	35	22	25	0,00	0,00	45,87	-45,87	-45,87
22:00	18	18	10	25	0,00	0,00	51,97	-51,97	-51,97
23:00	0	0	0	25	0,00	0,00	46,27	-46,27	-46,27
			8455		654,13	1433,97	1070,58	-416,45	363,39

MITOITUS KESÄKUUN MINIMIKULUTUKSEN MUKAAN 3.PÄIVÄ (300 M<sup>2</sup>)

LIITE 42

3.Päivä	300m <sup>2</sup>								
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho (G- säteily) (kW)	Keräimistä saatava teho (Gc- säteily) (kW)	Verkon kulutus (kW)	Tuoton ja kulutuksen suhde G-säteily (kW)	Tuoton ja kulutuksen suhde Gc-säteily (kW)
0:00	0	0	0	25	0,00	0,00	41,17	-41,17	-41,17
1:00	0	0	0	25	0,00	0,00	40,87	-40,87	-40,87
2:00	22	22	0	25	0,00	0,00	50,37	-50,37	-50,37
3:00	41	40	13	25	0,00	0,00	41,57	-41,57	-41,57
4:00	63	62	25	25	0,00	0,00	41,97	-41,97	-41,97
5:00	86	84	38	25	0,00	0,00	36,37	-36,37	-36,37
6:00	155	109	66	25	0,00	0,00	57,17	-57,17	-57,17
7:00	255	138	257	25	21,22	21,68	35,97	-14,75	-14,29
8:00	352	162	468	25	43,48	70,11	35,87	7,61	34,24
9:00	437	180	669	25	62,99	116,25	33,77	29,22	82,48
10:00	502	191	839	25	77,91	155,27	33,67	44,24	121,60
11:00	541	197	958	25	86,87	182,58	33,27	53,60	149,31
12:00	552	198	1020	25	89,39	196,81	35,87	53,52	160,94
13:00	534	196	1010	25	85,26	194,52	34,37	50,89	160,15
14:00	488	189	934	25	74,70	177,07	33,27	41,43	143,80
15:00	418	176	801	25	58,63	146,54	35,37	23,26	111,17
16:00	329	157	621	25	38,20	105,23	45,97	-7,77	59,26
17:00	230	131	415	25	15,48	57,94	40,77	-25,29	17,17
18:00	132	101	206	25	0,00	9,97	42,17	-42,17	-32,20
19:00	80	78	48	25	0,00	0,00	39,87	-39,87	-39,87
20:00	58	56	35	25	0,00	0,00	42,17	-42,17	-42,17
21:00	36	35	22	25	0,00	0,00	40,87	-40,87	-40,87
22:00	18	18	10	25	0,00	0,00	39,27	-39,27	-39,27
23:00	0	0	0	25	0,00	0,00	39,47	-39,47	-39,47
					654,13	1433,97	951,48	-297,35	482,49

MITOITUS HEINÄKUUN MINIMIKULUTUKSEN MUKAAN 1.PÄIVÄ (300 M<sup>2</sup>)

LIITE 43

1.Päivä 300m <sup>2</sup>									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G- säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc- säteily (kW)	Verkon kulutus (kW)	Tuoton ja kulutuksen suhde G-säteily (kW)	Tuoton ja kulutuksen suhde Gc- säteily (kW)
0:00	0	0	0	25	0,00	0,00	33,17	-33,17	-33,17
1:00	0	0	0	25	0,00	0,00	35,17	-35,17	-35,17
2:00	0	0	14	25	0,00	0,00	37,37	-37,37	-37,37
3:00	23	23	25	25	0,00	0,00	36,87	-36,87	-36,87
4:00	45	44	39	25	0,00	0,00	35,47	-35,47	-35,47
5:00	69	67	53	25	0,00	0,00	34,57	-34,57	-34,57
6:00	100	87	170	25	0,00	1,71	36,57	-36,57	-34,86
7:00	198	120	368	25	8,13	47,16	31,47	-23,34	15,69
8:00	299	148	572	25	31,32	93,98	34,37	-3,05	59,61
9:00	393	170	754	25	52,89	135,76	33,37	19,52	102,39
10:00	469	184	897	25	70,34	168,58	45,07	25,27	123,51
11:00	521	193	984	25	82,27	188,55	37,07	45,20	151,48
12:00	546	197	1010	25	88,01	194,52	48,57	39,44	145,95
13:00	543	196	968	25	87,32	184,88	31,77	55,55	153,11
14:00	511	191	866	25	79,98	161,46	37,27	42,71	124,19
15:00	452	181	712	25	66,44	126,12	34,17	32,27	91,95
16:00	371	165	522	25	47,84	82,50	34,27	13,57	48,23
17:00	274	142	317	25	25,58	35,45	34,17	-8,59	1,28
18:00	172	112	124	25	2,17	0,00	35,57	-33,40	-35,57
19:00	86	84	49	25	0,00	0,00	34,47	-34,47	-34,47
20:00	63	61	35	25	0,00	0,00	36,97	-36,97	-36,97
21:00	39	38	22	25	0,00	0,00	34,77	-34,77	-34,77
22:00	18	18	11	25	0,00	0,00	39,27	-39,27	-39,27
23:00	0	0	0	25	0,00	0,00	38,77	-38,77	-38,77
					642,30	1420,66	870,58	-228,28	550,08

MITOITUS HEINÄKUUN MINIMIKULUTUKSEN MUKAAN 2.PÄIVÄ (300 M<sup>2</sup>)

LIITE 44

2.Päivä 300m <sup>2</sup>									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G- säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc- säteily (kW)	Verkon kulutus (kW)	Tuoton ja kulutuksen suhde G-säteily	Tuoton ja kulutuksen suhde Gc-
0:00	0	0	0	25	0,00	0,00	39,47	-39,47	-39,47
1:00	0	0	0	25	0,00	0,00	37,97	-37,97	-37,97
2:00	0	0	14	25	0,00	0,00	36,37	-36,37	-36,37
3:00	23	23	25	25	0,00	0,00	37,87	-37,87	-37,87
4:00	45	44	39	25	0,00	0,00	38,97	-38,97	-38,97
5:00	69	67	53	25	0,00	0,00	37,87	-37,87	-37,87
6:00	100	87	170	25	0,00	1,71	41,57	-41,57	-39,86
7:00	198	120	368	25	8,13	47,16	41,47	-33,34	5,69
8:00	299	148	572	25	31,32	93,98	38,47	-7,15	55,51
9:00	393	170	754	25	52,89	135,76	34,37	18,52	101,39
10:00	469	184	897	25	70,34	168,58	36,27	34,07	132,31
11:00	521	193	984	25	82,27	188,55	37,17	45,10	151,38
12:00	546	197	1010	25	88,01	194,52	34,77	53,24	159,75
13:00	543	196	968	25	87,32	184,88	38,87	48,45	146,01
14:00	511	191	866	25	79,98	161,46	42,67	37,31	118,79
15:00	452	181	712	25	66,44	126,12	41,47	24,97	84,65
16:00	371	165	522	25	47,84	82,50	34,07	13,77	48,43
17:00	274	142	317	25	25,58	35,45	33,57	-7,99	1,88
18:00	172	112	124	25	2,17	0,00	36,97	-34,80	-36,97
19:00	86	84	49	25	0,00	0,00	40,27	-40,27	-40,27
20:00	63	61	35	25	0,00	0,00	43,27	-43,27	-43,27
21:00	39	38	22	25	0,00	0,00	36,97	-36,97	-36,97
22:00	18	18	11	25	0,00	0,00	34,17	-34,17	-34,17
23:00	0	0	0	25	0,00	0,00	35,67	-35,67	-35,67
					642,30	1420,66	910,58	-268,28	510,08



MITOITUS HEINÄKUUN MINIMIKULUTUKSEN MUKAAN 3.PÄIVÄ (300 M<sup>2</sup>)

LIITE 45

3.Päivä 300m <sup>2</sup>									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G- säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc- säteily (kW)	Verkon kulutus (kW)	Tuoton ja kulutuksen suhde G-säteily	Tuoton ja kulutuksen suhde Gc-
0:00	0	0	0	25	0,00	0,00	36,57	-36,57	-36,57
1:00	0	0	0	25	0,00	0,00	42,37	-42,37	-42,37
2:00	0	0	14	25	0,00	0,00	44,17	-44,17	-44,17
3:00	23	23	25	25	0,00	0,00	33,87	-33,87	-33,87
4:00	45	44	39	25	0,00	0,00	41,67	-41,67	-41,67
5:00	69	67	53	25	0,00	0,00	41,67	-41,67	-41,67
6:00	100	87	170	25	0,00	1,71	38,57	-38,57	-36,86
7:00	198	120	368	25	8,13	47,16	31,57	-23,44	15,59
8:00	299	148	572	25	31,32	93,98	34,87	-3,55	59,11
9:00	393	170	754	25	52,89	135,76	32,17	20,72	103,59
10:00	469	184	897	25	70,34	168,58	38,67	31,67	129,91
11:00	521	193	984	25	82,27	188,55	37,37	44,90	151,18
12:00	546	197	1010	25	88,01	194,52	42,17	45,84	152,35
13:00	543	196	968	25	87,32	184,88	45,07	42,25	139,81
14:00	511	191	866	25	79,98	161,46	34,47	45,51	126,99
15:00	452	181	712	25	66,44	126,12	42,77	23,67	83,35
16:00	371	165	522	25	47,84	82,50	35,57	12,27	46,93
17:00	274	142	317	25	25,58	35,45	36,17	-10,59	-0,72
18:00	172	112	124	25	2,17	0,00	34,47	-32,30	-34,47
19:00	86	84	49	25	0,00	0,00	38,27	-38,27	-38,27
20:00	63	61	35	25	0,00	0,00	39,37	-39,37	-39,37
21:00	39	38	22	25	0,00	0,00	34,57	-34,57	-34,57
22:00	18	18	11	25	0,00	0,00	32,37	-32,37	-32,37
23:00	0	0	0	25	0,00	0,00	31,97	-31,97	-31,97
					642,30	1420,66	900,78	-258,48	519,88

MITOITUS KESÄKUUN MINIMIKULUTUKSEN MUKAAN 1.PÄIVÄ (350 M<sup>2</sup>)

LIITE 46

1.Päivä	350m <sup>2</sup>								
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho (G- säteily) (kW)	Keräimistä saatava teho (Gc- säteily) (kW)	Verkon kulutus (kW)	Tuoton ja kulutuksen suhde G-säteily (kW)	Tuoton ja kulutuksen suhde Gc-säteily (kW)
0:00	0	0	0	25	0,00	0,00	45,07	-45,07	-45,07
1:00	0	0	0	25	0,00	0,00	44,67	-44,67	-44,67
2:00	22	22	0	25	0,00	0,00	46,77	-46,77	-46,77
3:00	41	40	13	25	0,00	0,00	43,17	-43,17	-43,17
4:00	63	62	25	25	0,00	0,00	43,47	-43,47	-43,47
5:00	86	84	38	25	0,00	0,00	42,27	-42,27	-42,27
6:00	155	109	66	25	0,00	0,00	42,27	-42,27	-42,27
7:00	255	138	257	25	24,75	25,29	34,87	-10,12	-9,58
8:00	352	162	468	25	50,73	81,79	37,17	13,56	44,62
9:00	437	180	669	25	73,49	135,62	39,57	33,92	96,05
10:00	502	191	839	25	90,90	181,14	45,77	45,13	135,37
11:00	541	197	958	25	101,34	213,01	35,97	65,37	177,04
12:00	552	198	1020	25	104,29	229,62	38,27	66,02	191,35
13:00	534	196	1010	25	99,47	226,94	33,37	66,10	193,57
14:00	488	189	934	25	87,15	206,59	39,97	47,18	166,62
15:00	418	176	801	25	68,40	170,97	38,57	29,83	132,40
16:00	329	157	621	25	44,57	122,77	34,17	10,40	88,60
17:00	230	131	415	25	18,06	67,60	40,37	-22,31	27,23
18:00	132	101	206	25	0,00	11,63	40,27	-40,27	-28,64
19:00	80	78	48	25	0,00	0,00	40,87	-40,87	-40,87
20:00	58	56	35	25	0,00	0,00	43,77	-43,77	-43,77
21:00	36	35	22	25	0,00	0,00	37,17	-37,17	-37,17
22:00	18	18	10	25	0,00	0,00	42,37	-42,37	-42,37
23:00	0	0	0	25	0,00	0,00	43,77	-43,77	-43,77
					763,16	1672,97	973,98	-210,82	698,99

MITOITUS KESÄKUUN MINIMIKULUTUKSEN MUKAAN 2.PÄIVÄ (350 M<sup>2</sup>)

LIITE 47

2.Päivä		350m <sup>2</sup>							
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho (G- säteily) (kW)	Keräimistä saatava teho (Gc- säteily) (kW)	Verkon kulutus (kW)	Tuoton ja kulutuksen suhde G-säteily (kW)	Tuoton ja kulutuksen suhde Gc-säteily (kW)
0:00	0	0	0	25	0,00	0,00	44,87	-44,87	-44,87
1:00	0	0	0	25	0,00	0,00	42,57	-42,57	-42,57
2:00	22	22	0	25	0,00	0,00	47,67	-47,67	-47,67
3:00	41	40	13	25	0,00	0,00	38,07	-38,07	-38,07
4:00	63	62	25	25	0,00	0,00	56,57	-56,57	-56,57
5:00	86	84	38	25	0,00	0,00	42,07	-42,07	-42,07
6:00	155	109	66	25	0,00	0,00	39,87	-39,87	-39,87
7:00	255	138	257	25	24,75	25,29	34,87	-10,12	-9,58
8:00	352	162	468	25	50,73	81,79	47,27	3,46	34,52
9:00	437	180	669	25	73,49	135,62	42,47	31,02	93,15
10:00	502	191	839	25	90,90	181,14	39,87	51,03	141,27
11:00	541	197	958	25	101,34	213,01	48,57	52,77	164,44
12:00	552	198	1020	25	104,29	229,62	43,87	60,42	185,75
13:00	534	196	1010	25	99,47	226,94	40,07	59,40	186,87
14:00	488	189	934	25	87,15	206,59	73,27	13,88	133,32
15:00	418	176	801	25	68,40	170,97	40,77	27,63	130,20
16:00	329	157	621	25	44,57	122,77	38,37	6,20	84,40
17:00	230	131	415	25	18,06	67,60	37,77	-19,71	29,83
18:00	132	101	206	25	0,00	11,63	39,97	-39,97	-28,34
19:00	80	78	48	25	0,00	0,00	42,37	-42,37	-42,37
20:00	58	56	35	25	0,00	0,00	45,27	-45,27	-45,27
21:00	36	35	22	25	0,00	0,00	45,87	-45,87	-45,87
22:00	18	18	10	25	0,00	0,00	51,97	-51,97	-51,97
23:00	0	0	0	25	0,00	0,00	46,27	-46,27	-46,27
					763,16	1672,97	1070,58	-307,42	602,39

MITOITUS KESÄKUUN MINIMIKULUTUKSEN MUKAAN 3.PÄIVÄ (350 M<sup>2</sup>)

LIITE 48

3.Päivä	350m <sup>2</sup>								
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho (G- säteily) (kW)	Keräimistä saatava teho (Gc- säteily) (kW)	Verkon kulutus (kW)	Tuoton ja kulutuksen suhde G-säteily (kW)	Tuoton ja kulutuksen suhde Gc-säteily (kW)
0:00	0	0	0	25	0,00	0,00	41,17	-41,17	-41,17
1:00	0	0	0	25	0,00	0,00	40,87	-40,87	-40,87
2:00	22	22	0	25	0,00	0,00	50,37	-50,37	-50,37
3:00	41	40	13	25	0,00	0,00	41,57	-41,57	-41,57
4:00	63	62	25	25	0,00	0,00	41,97	-41,97	-41,97
5:00	86	84	38	25	0,00	0,00	36,37	-36,37	-36,37
6:00	155	109	66	25	0,00	0,00	57,17	-57,17	-57,17
7:00	255	138	257	25	24,75	25,29	35,97	-11,22	-10,68
8:00	352	162	468	25	50,73	81,79	35,87	14,86	45,92
9:00	437	180	669	25	73,49	135,62	33,77	39,72	101,85
10:00	502	191	839	25	90,90	181,14	33,67	57,23	147,47
11:00	541	197	958	25	101,34	213,01	33,27	68,07	179,74
12:00	552	198	1020	25	104,29	229,62	35,87	68,42	193,75
13:00	534	196	1010	25	99,47	226,94	34,37	65,10	192,57
14:00	488	189	934	25	87,15	206,59	33,27	53,88	173,32
15:00	418	176	801	25	68,40	170,97	35,37	33,03	135,60
16:00	329	157	621	25	44,57	122,77	45,97	-1,40	76,80
17:00	230	131	415	25	18,06	67,60	40,77	-22,71	26,83
18:00	132	101	206	25	0,00	11,63	42,17	-42,17	-30,54
19:00	80	78	48	25	0,00	0,00	39,87	-39,87	-39,87
20:00	58	56	35	25	0,00	0,00	42,17	-42,17	-42,17
21:00	36	35	22	25	0,00	0,00	40,87	-40,87	-40,87
22:00	18	18	10	25	0,00	0,00	39,27	-39,27	-39,27
23:00	0	0	0	25	0,00	0,00	39,47	-39,47	-39,47
					763,16	1672,97	951,48	-188,32	721,49

MITOITUS HEINÄKUUN MINIMIKULUTUKSEN MUKAAN 1.PÄIVÄ (350 M<sup>2</sup>)

LIITE 49

1.Päivä 350m <sup>2</sup>									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G- säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc- säteily (kW)	Verkon kulutus (kW)	Tuoton ja kulutuksen suhde G-säteily (kW)	Tuoton ja kulutuksen suhde Gc- säteily (kW)
0:00	0	0	0	25	0,00	0,00	33,17	-33,17	-33,17
1:00	0	0	0	25	0,00	0,00	35,17	-35,17	-35,17
2:00	0	0	14	25	0,00	0,00	37,37	-37,37	-37,37
3:00	23	23	25	25	0,00	0,00	36,87	-36,87	-36,87
4:00	45	44	39	25	0,00	0,00	35,47	-35,47	-35,47
5:00	69	67	53	25	0,00	0,00	34,57	-34,57	-34,57
6:00	100	87	170	25	0,00	1,99	36,57	-36,57	-34,58
7:00	198	120	368	25	9,49	55,01	31,47	-21,98	23,54
8:00	299	148	572	25	36,54	109,64	34,37	2,17	75,27
9:00	393	170	754	25	61,71	158,38	33,37	28,34	125,01
10:00	469	184	897	25	82,06	196,68	45,07	36,99	151,61
11:00	521	193	984	25	95,99	219,97	37,07	58,92	182,90
12:00	546	197	1010	25	102,68	226,94	48,57	54,11	178,37
13:00	543	196	968	25	101,88	215,69	31,77	70,11	183,92
14:00	511	191	866	25	93,31	188,38	37,27	56,04	151,11
15:00	452	181	712	25	77,51	147,14	34,17	43,34	112,97
16:00	371	165	522	25	55,82	96,25	34,27	21,55	61,98
17:00	274	142	317	25	29,84	41,36	34,17	-4,33	7,19
18:00	172	112	124	25	2,53	0,00	35,57	-33,04	-35,57
19:00	86	84	49	25	0,00	0,00	34,47	-34,47	-34,47
20:00	63	61	35	25	0,00	0,00	36,97	-36,97	-36,97
21:00	39	38	22	25	0,00	0,00	34,77	-34,77	-34,77
22:00	18	18	11	25	0,00	0,00	39,27	-39,27	-39,27
23:00	0	0	0	25	0,00	0,00	38,77	-38,77	-38,77
					749,35	1657,43	870,58	-121,23	786,85

MITOITUS HEINÄKUUN MINIMIKULUTUKSEN MUKAAN 2.PÄIVÄ (350 M<sup>2</sup>)

LIITE 50

2.Päivä 350m <sup>2</sup>									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G- säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc- säteily (kW)	Verkon kulutus (kW)	Tuoton ja kulutuksen suhde G-säteily	Tuoton ja kulutuksen suhde Gc-
0:00	0	0	0	25	0,00	0,00	39,47	-39,47	-39,47
1:00	0	0	0	25	0,00	0,00	37,97	-37,97	-37,97
2:00	0	0	14	25	0,00	0,00	36,37	-36,37	-36,37
3:00	23	23	25	25	0,00	0,00	37,87	-37,87	-37,87
4:00	45	44	39	25	0,00	0,00	38,97	-38,97	-38,97
5:00	69	67	53	25	0,00	0,00	37,87	-37,87	-37,87
6:00	100	87	170	25	0,00	1,99	41,57	-41,57	-39,58
7:00	198	120	368	25	9,49	55,01	41,47	-31,98	13,54
8:00	299	148	572	25	36,54	109,64	38,47	-1,93	71,17
9:00	393	170	754	25	61,71	158,38	34,37	27,34	124,01
10:00	469	184	897	25	82,06	196,68	36,27	45,79	160,41
11:00	521	193	984	25	95,99	219,97	37,17	58,82	182,80
12:00	546	197	1010	25	102,68	226,94	34,77	67,91	192,17
13:00	543	196	968	25	101,88	215,69	38,87	63,01	176,82
14:00	511	191	866	25	93,31	188,38	42,67	50,64	145,71
15:00	452	181	712	25	77,51	147,14	41,47	36,04	105,67
16:00	371	165	522	25	55,82	96,25	34,07	21,75	62,18
17:00	274	142	317	25	29,84	41,36	33,57	-3,73	7,79
18:00	172	112	124	25	2,53	0,00	36,97	-34,44	-36,97
19:00	86	84	49	25	0,00	0,00	40,27	-40,27	-40,27
20:00	63	61	35	25	0,00	0,00	43,27	-43,27	-43,27
21:00	39	38	22	25	0,00	0,00	36,97	-36,97	-36,97
22:00	18	18	11	25	0,00	0,00	34,17	-34,17	-34,17
23:00	0	0	0	25	0,00	0,00	35,67	-35,67	-35,67
					749,35	1657,43	910,58	-161,23	746,85

MITOITUS HEINÄKUUN MINIMIKULUTUKSEN MUKAAN 3.PÄIVÄ (350 M<sup>2</sup>)

LIITE 51

3.Päivä 350m <sup>2</sup>									
Aika	G	Gd	Gc	Ulkoilman lämpötila (°C)	Keräimistä saatava teho G- säteily (kW)	Keräimistä saatava teho Gc- säteily (kW)	Verkon kulutus (kW)	Tuoton ja kulutuksen suhde G-säteily	Tuoton ja kulutuksen suhde Gc-
0:00	0	0	0	25	0,00	0,00	36,57	-36,57	-36,57
1:00	0	0	0	25	0,00	0,00	42,37	-42,37	-42,37
2:00	0	0	14	25	0,00	0,00	44,17	-44,17	-44,17
3:00	23	23	25	25	0,00	0,00	33,87	-33,87	-33,87
4:00	45	44	39	25	0,00	0,00	41,67	-41,67	-41,67
5:00	69	67	53	25	0,00	0,00	41,67	-41,67	-41,67
6:00	100	87	170	25	0,00	1,99	38,57	-38,57	-36,58
7:00	198	120	368	25	9,49	55,01	31,57	-22,08	23,44
8:00	299	148	572	25	36,54	109,64	34,87	1,67	74,77
9:00	393	170	754	25	61,71	158,38	32,17	29,54	126,21
10:00	469	184	897	25	82,06	196,68	38,67	43,39	158,01
11:00	521	193	984	25	95,99	219,97	37,37	58,62	182,60
12:00	546	197	1010	25	102,68	226,94	42,17	60,51	184,77
13:00	543	196	968	25	101,88	215,69	45,07	56,81	170,62
14:00	511	191	866	25	93,31	188,38	34,47	58,84	153,91
15:00	452	181	712	25	77,51	147,14	42,77	34,74	104,37
16:00	371	165	522	25	55,82	96,25	35,57	20,25	60,68
17:00	274	142	317	25	29,84	41,36	36,17	-6,33	5,19
18:00	172	112	124	25	2,53	0,00	34,47	-31,94	-34,47
19:00	86	84	49	25	0,00	0,00	38,27	-38,27	-38,27
20:00	63	61	35	25	0,00	0,00	39,37	-39,37	-39,37
21:00	39	38	22	25	0,00	0,00	34,57	-34,57	-34,57
22:00	18	18	11	25	0,00	0,00	32,37	-32,37	-32,37
23:00	0	0	0	25	0,00	0,00	31,97	-31,97	-31,97
					749,35	1657,43	900,78	-151,43	756,65